FAULHABER

Motion Control

Serie MCBL 300x CO
Serie MCDC 300x CO
Serie 3564...B CO
Serie 32xx...BX4 CO
Serie 22xx...BX4 COD

Kommunikations-/ Funktionshandbuch

DE

WE CREATE MOTION

Impressum

Version:
2. Auflage, 08.11.2013

Copyright
by Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG
Daimlerstr. 23/25 · 71101 Schönaich

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, vorbehalten. Ohne vorherige ausdrückliche schriftliche Genehmigung der Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG darf kein Teil dieser Beschreibung vervielfältigt, reproduziert, in einem Informationssystem gespeichert oder verarbeitet oder in anderer Form weiter übertragen werden.

Dieses Kommunikations- und Funktionshandbuch wurde mit Sorgfalt erstellt.
Die Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG übernimmt jedoch für eventuelle Irrtümer in diesem Kommunikations- und Funktionshandbuch und deren Folgen keine Haftung. Ebenso wird keine Haftung für direkte Schäden oder Folgeschäden übernommen, die sich aus einem unsachgemäßen Gebrauch der Geräte ergeben.

Bei der Anwendung der Geräte sind die einschlägigen Vorschriften bezüglich Sicherheitstechnik und Funkentstörung sowie die Vorgaben dieses Kommunikations- und Funktionshandbuch zu beachten.

Änderungen vorbehalten.

Die jeweils aktuelle Version dieses Kommunikations- und Funktionshandbuch finden Sie auf der Internetseite von FAULHABER:
www.faulhaber.com

Überblick

Übersicht der Dokumente zu FAULHABER Motion Control Antrieben

Dokument	Inhalt
Gerätehandbuch	Geräteeinbau, Installation, Sicherheit, Spezifikation
Kommunikations- und Funktionshandbuch (CANopen FAULHABER) Kommunikations- und Funktionshandbuch (CANopen CiA) Kommunikations- und Funktionshandbuch (RS232)	Erstinbetriebnahme, Funktionsübersicht, Protokollbeschreibung und Parameterbeschreibung.
Bedienungsanleitung Motion Manager	Bedienung der PC-Software „FAULHABER Motion Manager“ zur Konfiguration und Inbetriebnahme
Produktdatenblätter	Technische Betriebs- und Grenzdaten

Wegweiser durch das Dokument

Hinweise zur Erstinbetriebnahme eines FAULHABER Motion Control Systems am PC in der Defaultkonfiguration
Schnellstart Seite 8

Spezifikation des CANopen Kommunikationsprotokolls
CANopen Protokollbeschreibung Seite 16

Übersicht über die unterstützten Antriebsprofile entsprechend CiA 402
Funktionsbeschreibung Seite 36

Detaillierte Beschreibung der Parameter für die implementierten Funktionsblöcke innerhalb des Antriebs
Inbetriebnahme Seite 73

Beschreibung aller Parameter und Befehle des Antriebs gegliedert nach Funktionsbereichen
Parameterbeschreibung Seite 84

Inhaltsverzeichnis

1 Wichtige Hinweise 6
- 1.1 In diesem Handbuch verwendete Symbole 6
- 1.2 Weitere Hinweise 7

2 Schnellstart 8
- 2.1 Start mit unkonfiguriertem Controller 8
- 2.2 Knotennummer und Baudrate einstellen 9
- 2.3 Betrieb über den FAULHABER Motion Manager 10
  - 2.3.1 Konfiguration der Antriebe 10
  - 2.3.2 CANopen Knoten aktivieren 10
  - 2.3.3 Betrieb in einem der CANopen CiA 402 Antriebsprofile 11
- 2.4 Betrieb über eigene Host-Anwendung 14
  - 2.4.1 CANopen Knoten aktivieren 14
  - 2.4.2 Konfiguration der Antriebe 14
  - 2.4.3 Betrieb in einem der CANopen CiA 402 Antriebsprofile 15

3 CANopen Protokollbeschreibung 16
- 3.1 Einführung 16
- 3.2 PDOs (Prozessdatenobjekte) 19
- 3.3 SDO (Servicedatenobjekt) 21
- 3.4 Emergency Object (Fehlermeldung) 23
- 3.5 SYNC-Object 25
- 3.6 NMT (Netzwerkmanagement) 26
- 3.7 Einträge im Objektverzeichnis 30

4 Funktionsbeschreibung 36
- 4.1 Device Control 37
  - 4.1.1 Statemachine des Antriebs 37
  - 4.1.2 Auswahl der Betriebsart 41
- 4.2 Factor Group 42
- 4.3 Profile Position Mode und Position Control Function 45
- 4.4 Homing Mode 50
- 4.5 Profile Velocity Mode 54
- 4.6 Antriebsdaten 57
- 4.7 Ein-/Ausgänge 58
  - 4.7.1 Endschalteranschlüsse und Schaltpegel 58
  - 4.7.2 Sonderfunktionen des Fault-Pins 60
  - 4.7.3 Abfrage der Eingangszustände 62
- 4.8 Fehlerbehandlung 63
  - 4.8.1 Abfrage des Gerätezustands 64

Inhaltsverzeichnis

4.9 Technische Informationen 65
4.9.1 Rampengenerator 65
4.9.2 Sinuskommutierung 68
4.9.3 Stromregler und I²t-Strombegrenzung 68
4.9.4 Übertemperatursicherung 70
4.9.5 Unterspannungsüberwachung 70
4.9.6 Überspannungsregelung 70
4.9.7 Einstellung der Reglerparameter für Drehzahl- und Positionsregler 70

5 Inbetriebnahme 73
5.1 Knotennummer und Baudrate 73
5.2 Grundeinstellungen 75
5.3 Konfiguration mit dem Motion Manager 76
5.3.1 Einstellung der Verbindung 77
5.3.2 Motorauswahl 78
5.3.3 Antriebskonfiguration 78
5.4 Datensatzverwaltung 83
5.5 Diagnose 83
5.5.1 Statusanzeige 83
5.5.2 Trace Funktion 83

6 Parameterbeschreibung 84
6.1 Kommunikationsobjekte nach CiA 301 84
6.2 Herstellerspezifische Objekte 90
6.3 Objekte des Antriebsprofils CiA 402 96

1 Wichtige Hinweise

1.1 In diesem Handbuch verwendete Symbole

WARNUNG! ***Warnung!***

Dieses Piktogramm mit dem Hinweis „Warnung!“ weist auf eine drohende Gefährdung hin, die eine Körperverletzung zur Folge haben kann.

- ► *Dieser Pfeil weist Sie auf die entsprechende Maßnahme hin, um die drohende Gefährdung abzuwenden.*

VORSICHT! ***Vorsicht!***

Dieses Piktogramm mit dem Hinweis „Vorsicht!“ weist auf eine drohende Gefährdung hin, die eine leichte Körperverletzung oder Sachschaden zur Folge haben kann.

- ► *Dieser Pfeil weist Sie auf die entsprechende Vorsichtsmaßnahme hin.*

VORSCHRIFT! ***Vorschriften und Richtlinien***

Dieses Piktogramm mit dem Hinweis „Vorschrift“ weist auf eine gesetzliche Vorschrift oder Richtlinie hin, die im jeweiligen Textzusammenhang beachtet werden muss.

HINWEIS ***Hinweis***

Dieses Piktogramm „Hinweis“ gibt Ihnen Tipps und Empfehlungen zur Verwendung und Handhabung des Bauteils.

1 Wichtige Hinweise

1.2 Weitere Hinweise

WARNUNG! ***Verletzungsgefahr***

Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise kann bei Installation und Betrieb zur Zerstörung des Gerätes und zu Verletzungsgefahr des Bedienpersonals führen.

- ▶ *Bitte lesen Sie zur Installation des Antriebs das Gerätehandbuch Ihres Antriebs vollständig durch.*
- ▶ *Bewahren Sie dieses Kommunikations- und Funktionshandbuch für den späteren Gebrauch auf.*

HINWEIS

Arbeiten Sie immer mit der aktuellen Version des FAULHABER Motion Managers.
Sie finden die jeweils aktuelle Version zum Download unter www.faulhaber.com/MotionManager.
Für die Bedienung und Konfiguration dieser Gerätefamilie ist mindestens Motion Manager 5 erforderlich!

HINWEIS

Die Angaben in dieser Bedienungsanleitung beziehen sich auf die Standardausführung der Antriebe.
Eventuelle Abweichungen der Angaben durch eine kundenspezifische Motoren-Modifikation entnehmen Sie bitte dem gegebenenfalls vorhandenen Beilegeblatt.

HINWEIS

Motion Controller mit CANopen Schnittstelle sind als Slaves in einer CANopen Umgebung ausgelegt und benötigen zum Betrieb immer die Verbindung mit einem CANopen Master.

2 Schnellstart

2.1 Start mit unkonfiguriertem Controller

Im unkonfigurierten Zustand ist an den Motion Control Systemen die Knotennummer 255 voreingestellt und die automatische Erkennung der Bauadrate ist aktiv.

Der Start eines unkonfigurierten FAULHABER Motion Controllers oder eines Motion Control Systems mit CANopen-Schnittstelle gliedert sich in 4 Schritte.

Schritt 1: Knotennummer und Baudrate per LSS einstellen

Die korrekte Knotennummer und Baudrate wird über den LSS Dienst entsprechend CiA 305 eingestellt. Sie können dazu den FAULHABER Motion Manager oder ein anderes CANopen Konfigurationswerkzeug verwenden. Danach können Sie sofort die Kommunikation zu dem Antriebsknoten aufbauen, er erscheint mit der korrekten Bezeichnung in der Baumansicht des Motion Managers.

Schritt 2: Motor- und Reglerparameter über Motor-Assistent einstellen

Stellen Sie für den Motion Controller den passenden Motor ein. Dadurch werden die Regler für den eingesetzten Motor und die entsprechende Last vorkonfiguiert.

Schritt 3: Anwendungsparameter über den Konfigurationsassistenten einstellen

Passen Sie über den Konfigurationsdialog mindestens die Grundeinstellungen wie Betriebsart, Bereichsgrenzen, etc. auf Ihre Anwendung an und führen Sie bei externen BL-Controllern eine Optimierung der Hallsensorsignale durch.

Schritt 4: Betrieb des Antriebs über den Tuning-Assistent

Betreiben Sie den Motor zum ersten mal, regeln Sie diesen über den Tuning-Assistent. Hier haben Sie die Möglichkeit, die Reglerverstärkungen genau an Ihre Anwendung anzupassen.

Schritt 5: Weitere Einstellungen

Weitere anwendungspezifische Einstellungen können Sie gegebenenfalls über den Konfigurationsassisteten vornehmen. Alternativ können Sie den Antrieb auch direkt an Ihrer Steuerung in Betrieb nehmen.

Für einen einfachen Einstieg sind in diesem Kapitel die ersten Schritte zur Inbetriebnahme und Bedienung der FAULHABER Motion Controller mit CANopen-Schnittstelle aufgezeigt. Die ausführliche Dokumentation ist aber in jedem Fall zu lesen und zu berücksichtigen, insbesondere das Kapitel 5.2 "Grundeinstellungen"!

2 Schnellstart

2.2 Knotennummer und Baudrate einstellen

Die Einheiten werden standardmäßig ohne gültige Knotenadresse (Node-ID = 0xFF) und mit eingestellter automatischer Baudratenerkennung ausgeliefert.

Zur Einstellung von Baudrate und Knotenadresse ist zuallererst die Einheit über CAN an ein entsprechendes Konfigurations-Tool, welches das LSS-Protokoll (Layer Setting Services and Protocol) nach CiA DSP305 unterstützt, anzuschließen.

HINWEIS

Dazu kann auch der FAULHABER Motion Manager verwendet werden, der auf einem PC mit unterstütztem CAN-Interface installiert ist. Über das LSS-kompatible Konfigurations-Tool kann entweder im Global-Modus, wenn nur ein Antrieb angeschlossen ist, oder im Selective-Modus über die Serien-Nummer, wenn ein Antrieb im Netzwerk konfiguriert werden soll, die Knotenadresse und die Baudrate eingestellt werden (siehe Kapitel 5.1 "Knotennummer und Baudrate").

Wird der FAULHABER Motion Manager als Konfigurations-Tool verwendet, gehen Sie folgendermaßen vor:

Zur Inbetriebnahme mit der Defaultkonfiguration sind folgende Schritte notwendig:

1. Antriebseinheit an eine Spannungsquelle (24V) anschließen. Zur Belegung der Anschlussleitung und zum Betriebsspannungsbereich des Antriebes siehe Kapitel 3 „Installation“ im Gerätehandbuch.
2. Antriebseinheit an die CAN-Schnittstelle des PCs anschließen und einschalten bzw. PC mit dem CAN-Netzwerk verbinden.
3. FAULHABER Motion Manager starten.
4. CAN-Schnittstelle als Kommunikationsschnittstelle aktivieren und konfigurieren über den Menüpunkt, „Terminal – Verbindungen…“ oder über den Verbindungsassistenten.
5. Menüpunkt „CAN - LSS (DSP305)…“ auswählen.
6. Konfigurationsmodus auswählen:
   a. Einzelnen Antrieb global konfigurieren (LSS Switch Mode Global), falls nur ein LSS-Knoten angeschlossen ist, und Sie keine weiteren Daten eingeben wollen.
   b. Angegebenen Knoten selektiv konfigurieren (LSS Switch Mode Selective), falls ein Knoten im Netzwerk konfiguriert werden soll. Wurde der Knoten im Node-Explorer noch nicht gefunden, ist hier die Serien-Nummer des zu konfigurierenden Antriebsknotens einzugeben, andernfalls sind die Datenfelder bereits richtig vorbelegt.
7. Im nächsten Dialog die gewünschte Übertragungsrate oder „Auto“ auswählen und die gewünschte Knotennummer eingeben.
8. Button „Senden“ betätigen.
9. Die Einstellungen werden übertragen und dauerhaft im Controller gespeichert. Der Motion Manager ruft danach erneut die Scan-Funktion auf und der Knoten sollte nun im Node-Explorer mit der richtigen Knotennummer angezeigt werden. Nach erneutem Aus- und Einschalten arbeitet der Antrieb nun mit der eingestellten Konfiguration.

2 Schnellstart

2.3 Betrieb über den FAULHABER Motion Manager

Der FAULHABER Motion Manager bietet einen einfachen Zugriff auf die CANopen-Zustandsmaschinen über Menüeinträge, die entweder über das Kontextmenü des Node-Explorers (rechte Maustaste) oder über das Menü „CAN“ aufgerufen werden können. Der gewünschte Knoten muss zuvor durch Doppelklick im Node-Explorer aktiviert worden sein. In der Statuszeile am unteren Rand des Motion Manager Fensters werden immer die aktuellen Zustände angezeigt.

Weitergehende Informationen zur Zustandsmaschine eines CANopen Knotens finden Sie im Kapitel 3 "CANopen Protokollbeschreibung".

HINWEIS

Zur vereinfachten Bedienung stellt der Motion Manager auch für die CO-Varianten spezielle Befehle zur Verfügung. Diese können direkt in die Befehlseingabezeile eingegeben oder aus dem Befehle-Menü ausgewählt werden. Nach dem Senden des Kommandos wird ein Befehlsinterpreter durchlaufen, der den Befehl in ein entsprechendes CAN-Telegramm umwandelt.

2.3.1 Konfiguration der Antriebe

VORSICHT!

Grundeinstellungen prüfen

Falsche Werte in den Einstellungen der Motion Controller können zu Schäden am Controller und/oder Antrieb führen.

Motion Control Systeme mit am Motor angebauter Elektronik sind bereits werksseitig voreingestellt. Motion Controller mit angeschlossenem Motor müssen vor der Inbetriebnahme mit für den Motor geeigneten Werten für die Strombegrenzung und geeigneten Reglerparametern versehen werden. Zur Auswahl des Motors und der dafür geeigneten Grundparameter steht im Motion Manager der Motorassistent zur Verfügung.

Weitere Einstellungen, z. B. zur Funktion des Fault Ausgangs, können unter dem Menüpunkt „Konfiguration – Antriebsfunktionen“ über einen komfortablen Dialog vorgenommen werden (siehe Kapitel 5.3 "Konfiguration mit dem Motion Manager"). Der Konfigurationsdialog steht auch als Direktzugriff in der Assistentenleiste des Motion Managers zur Verfügung (Konfigurationsassistent).

2.3.2 CANopen Knoten aktivieren

Um einen Motor über den Motion Manager anzutreiben, muss nun folgendermaßen vorgegangen werden (gültige Knotennummer und übereinstimmende Baudrate vorausgesetzt):

Netzwerkknoten starten.

Im Kontextmenü des Node-Explorers oder im Menü „CAN“ den Eintrag „CANopen Netzwerkmanagement (NMT) – Start Remote Node“ anwählen.

Der Knoten befindet sich danach im Zustand „Operational“, PDO-Kommunikation ist nun verfügbar!

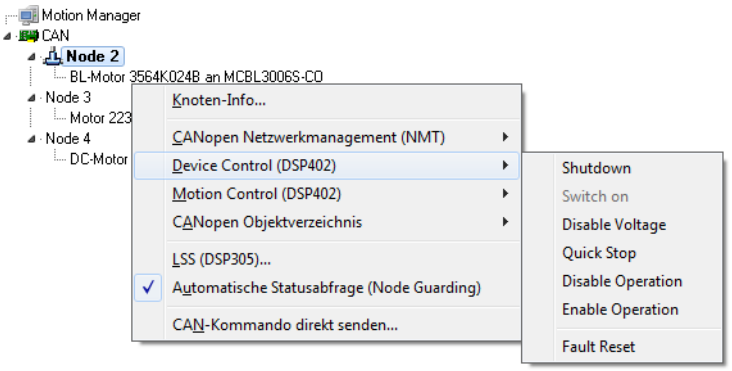
2 Schnellstart

2.3 Betrieb über den FAULHABER Motion Manager

2.3.3 Betrieb in einem der CANopen CiA 402 Antriebsprofile

Antrieb aktivieren über die CiA 402 Zustandsmaschine:

Ein Antrieb nach CiA 402 muss nach einer festgelegten Schrittfolge aktiviert werden. Die nötigen Kommandos stehen im Kontextmenü des Antriebsknotens direkt zur Verfügung:



- Einschaltvorbereitung (Shutdown)

  Über das Kontextmenü im Node-Explorer oder über das Menü „CAN“ den Eintrag „Device Control (DSP402) – Shutdown“ anwählen.
- Endstufe einschalten (Switch On)

  Über das Kontextmenü im Node-Explorer oder über das Menü „CAN“ den Eintrag „Device Control (DSP402) – Switch On“ anwählen.
- Betrieb freischalten (Enable Operation)

  Über das Kontextmenü im Node-Explorer oder über das Menü „CAN“ den Eintrag „Device Control (DSP402) - Enable Operation“ anwählen.

Alternativ kann auch einfach der grüne Button „Endstufe einschalten“ oder F5 gedrückt werden, um diese Schritte auf einmal auszuführen.

Motor antreiben (Beispiele):

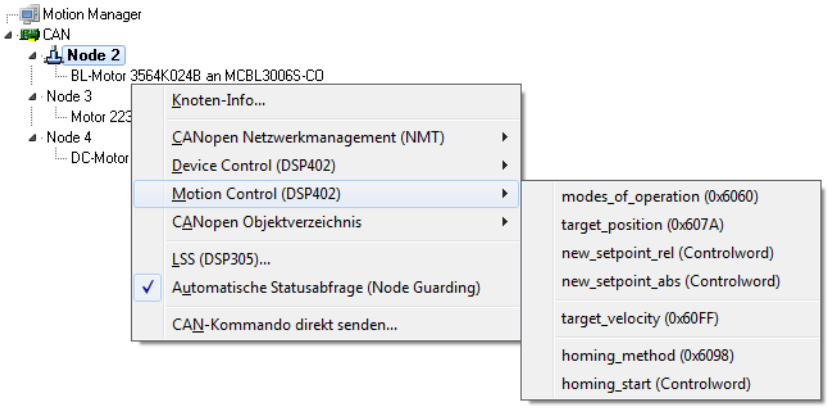
1. Motor drehzahlgeregelt mit 100 rpm antreiben:

   Profile Velocity Mode einstellen:

   - Im Kontextmenü des Node-Explorers oder im Menü „CAN“ den Eintrag „Motion Control (DSP402) - modes_of_operation (6060h)“ anwählen.
   - Wert 3 für „Profile Velocity Mode“ in die Dialogbox eintragen → der nötige Befehl wird direkt in das Kommandofeld des Motion Managers eingetragen.
   - „Senden“-Button neben dem Kommandofeld betätigen.

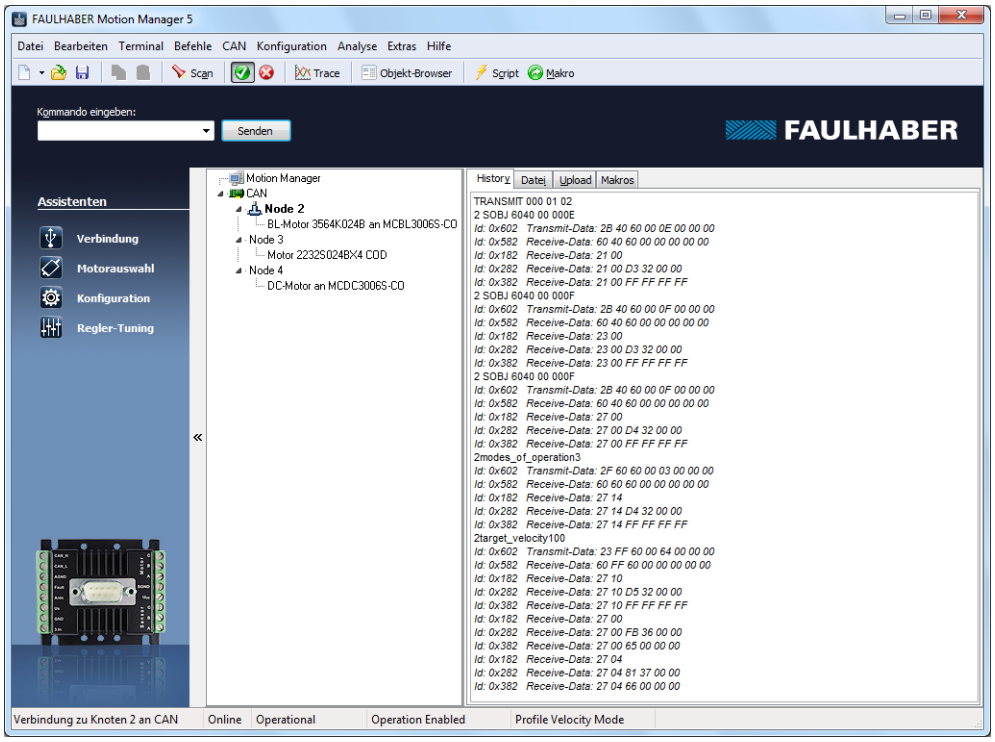
2 Schnellstart

2.3 Betrieb über den FAULHABER Motion Manager



Drehzahlvorgabe (Target Velocity) auf den Wert 100 setzen:

- Im Kontextmenü des Node-Explorers oder im Menü „CAN“ den Eintrag „Motion Control (DSP402) - target_velocity (60FFh)“ anwählen.
- Wert 100 für die Solldrehzahl in rpm in die Dialogbox eintragen → der nötige Befehl wird direkt in das Kommandofeld des Motion Managers eingetragen.
- „Senden“-Button neben dem Kommandofeld betätigen.


FAULHABER Motion Manager 5
Datei Bearbeiten Terminal Befehle CAN Konfiguration Analyse Extras Hilfe
Scan
Trace
Objekt-Browser
Script
Makro
Kommando eingeben:
Senden
FAULHABER
Assistenten
Verbindung
Motorauswahl
Konfiguration
Regler-Tuning
Motion Manager
CAN
Node 2
BL-Motor 3564K024B an MCBL3006S-CO
Node 3
Motor 2232S024BX4 COD
Node 4
DC-Motor an MCDC3006S-CO
History
Datei
Upload
Makros
TRANSMIT 000 01 02
2 SOBJ 6040 00 000E
Id: 0x602 Transmit-Data: 2B 40 60 00 0E 00 00 00
Id: 0x582 Receive-Data: 60 40 60 00 00 00 00 00
Id: 0x182 Receive-Data: 21 00
Id: 0x282 Receive-Data: 21 00 D3 32 00 00
Id: 0x382 Receive-Data: 21 00 FF FF FF FF
2 SOBJ 6040 00 000F
Id: 0x602 Transmit-Data: 2B 40 60 00 0F 00 00 00
Id: 0x582 Receive-Data: 60 40 60 00 00 00 00 00
Id: 0x182 Receive-Data: 23 00
Id: 0x282 Receive-Data: 23 00 D3 32 00 00
Id: 0x382 Receive-Data: 23 00 FF FF FF FF
2 SOBJ 6040 00 000F
Id: 0x602 Transmit-Data: 2B 40 60 00 0F 00 00 00
Id: 0x582 Receive-Data: 60 40 60 00 00 00 00 00
Id: 0x182 Receive-Data: 27 00
Id: 0x282 Receive-Data: 27 00 D4 32 00 00
Id: 0x382 Receive-Data: 27 00 FF FF FF FF
2modes_of_operation3
Id: 0x602 Transmit-Data: 2F 60 60 00 03 00 00 00
Id: 0x582 Receive-Data: 60 60 60 00 00 00 00 00
Id: 0x182 Receive-Data: 27 14
Id: 0x282 Receive-Data: 27 14 D4 32 00 00
Id: 0x382 Receive-Data: 27 14 FF FF FF FF
2target_velocity100
Id: 0x602 Transmit-Data: 23 FF 60 00 64 00 00 00
Id: 0x582 Receive-Data: 60 FF 60 00 00 00 00 00
Id: 0x182 Receive-Data: 27 10
Id: 0x282 Receive-Data: 27 10 D5 32 00 00
Id: 0x382 Receive-Data: 27 10 FF FF FF FF
Id: 0x182 Receive-Data: 27 00
Id: 0x282 Receive-Data: 27 00 FB 36 00 00
Id: 0x382 Receive-Data: 27 00 65 00 00 00
Id: 0x182 Receive-Data: 27 04
Id: 0x282 Receive-Data: 27 04 81 37 00 00
Id: 0x382 Receive-Data: 27 04 66 00 00 00
Verbindung zu Knoten 2 an CAN
Online
Operational
Operation Enabled
Profile Velocity Mode

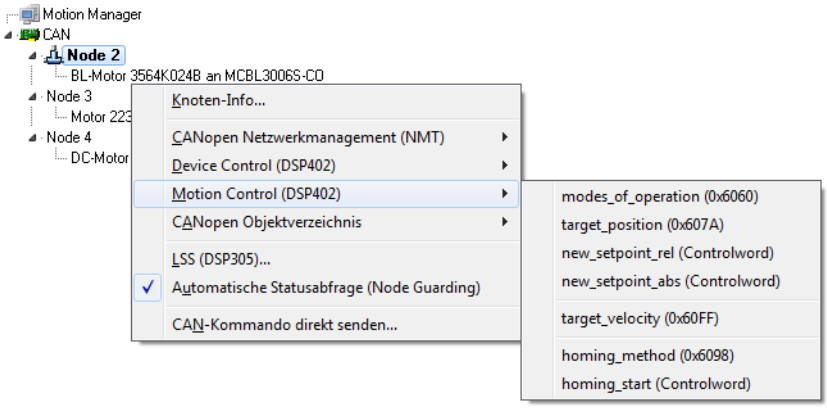
Motor stoppen:

- Drehzahlvorgabe (Target Velocity) auf den Wert 0 setzen (Objekt 0x60FF) oder
- „Disable Operation“ über die Symbolleiste wählen.

2 Schnellstart

2.3 Betrieb über den FAULHABER Motion Manager

2. Motor relativ um 10 000 Inkremente verfahren:
   - Profile Position Mode einstellen:
   - Im Kontextmenü des Node-Explorers oder im Menü „CAN“ den Eintrag „Motion Control (DSP402) - modes_of_operation (6060h)“ anwählen.
   - Wert 1 für „Profile Position Mode“ in die Dialogbox eintragen → der nötige Befehl wird direkt in das Kommandofeld des Motion Managers eingetragen.
   - „Senden“-Button neben dem Kommandofeld betätigen.



Sollposition (Target Position) auf den Wert 10 000 setzen:

- Im Kontextmenü des Node-Explorers oder im Menü „CAN“ den Eintrag „Motion Control (DSP402) - target_position (607Ah)“ anwählen
- Wert 10 000 für die Sollposition in die Dialogbox eintragen → der nötige Befehl wird direkt in das Kommandofeld des Motion Managers eingetragen.
- „Senden“-Button neben dem Kommandofeld betätigen.

Sollposition anfahren: „New set-point“ und „rel“ in Controlword setzen:

- Im Kontextmenü des Node-Explorers oder im Menü „CAN“ den Eintrag “Motion Control (DSP402) - new_setpoint_rel“ anwählen.

2 Schnellstart

2.4 Betrieb über eigene Host-Anwendung

2.4.1 CANopen Knoten aktivieren

Über das Broadcast-Kommando „Start Remote Node“ mit der CAN ID 0 wird entweder ein einzelner Knoten oder das gesamte Netzwerk gestartet und in den Zustand „Operational“ gesetzt:

11-Bit Identifier	2 Byte Nutzdaten	
ID 0x000	01	00

Das erste Datenbyte enthält das Start-Kommando „Start Remote Node“, das zweite Datenbyte die Knotenadresse oder 0 für das gesamte Netzwerk.

Nachdem der Knoten gestartet wurde, sind alle Funktionen ansprechbar. Über die Device Control Funktionen nach CiA DSP402 kann der Antrieb nun aktiviert und betrieben werden.

Die Identifier der einzelnen Objekte sind entsprechend dem Predefined Connection Set voreingestellt und von der Knotennummer abhängig (siehe Kapitel 3.6 "NMT (Netzwerkmanagement)"):

Objekt	CAN ID	Beschreibung
TxPDO1	0x180 + Node-ID	Daten (z. B. Statuswerte) des Antriebs empfangen
RxPDO1	0x200 + Node-ID	Daten (z. B. Steuerbefehle) an den Antrieb senden
TxPDO2	0x280 + Node-ID	Daten (z. B. Statuswerte) des Antriebs empfangen
RxPDO2	0x300 + Node-ID	Daten (z. B. Steuerbefehle) an den Antrieb senden
TxPDO3	0x380 + Node-ID	Daten (z. B. Statuswerte) des Antriebs empfangen
RxPDO3	0x400 + Node-ID	Daten (z. B. Steuerbefehle) an den Antrieb senden
TxPDO4	0x480 + Node-ID	Daten (z. B. Statuswerte) des Antriebs empfangen
RxPDO4	0x500 + Node-ID	Daten (z. B. Steuerbefehle) an den Antrieb senden
TxSDO1	0x580 + Node-ID	Eintrag des Objektverzeichnisses lesen
RxSDO1	0x600 + Node-ID	Eintrag des Objektverzeichnisses schreiben

Im Auslieferzustand befinden sich die Antriebe nach dem Einschalten im Betriebsmodus Modes of Operation = 1 (Profile Position Mode). Die Antriebssteuerung erfolgt über die Device Control Zustandsmaschine, die über das Controlword (Objekt 0x6040 oder RxPDO) bedient und über das Statusword (Objekt 0x6041 oder TxPDO) abgefragt wird.

2.4.2 Konfiguration der Antriebe

Die Konfiguration des Antriebs kann mittels SDO-Transfer über die Objekte des Objektverzeichnisses vorgenommen werden.

HINWEIS

Es wird empfohlen für die Grundeinstellungen den FAULHABER Motion Manager zu verwenden (siehe Kapitel 5.2 "Grundeinstellungen").

2 Schnellstart

2.4 Betrieb über eigene Host-Anwendung

2.4.3 Betrieb in einem der CANopen CiA 402 Antriebsprofile

Ein Antrieb nach CiA 402 muss nach einer festgelegten Schrittfolge aktiviert werden (siehe Kapitel 4.1 "Device Control"). Der Schreibzugriff auf das Controlword kann über das Objektverzeichnis an Adresse 0x6040 oder über ein RxPDO erfolgen:

1. **Shutdown:**

   Controlword = 0x00 06

2. **Switch on:**

   Controlword = 0x00 07

   Der Antrieb befindet sich dann im Zustand „Switched On“. Um Fahrbefehle ausführen zu können muss anschließend noch der Betrieb freigeschaltet werden.

3. **Enable Operation:**

   Controlword = 0x00 0F

   Der Antrieb befindet sich dann im Zustand „Operation Enabled“, in dem er über die entsprechenden Objekte der eingestellten Betriebsart bedient werden kann (siehe Kapitel 4.1 "Device Control" und Kapitel 4.2 "Factor Group").

4. **Motor antreiben (Beispiele):**

   Motor drehzahlgeregelt mit 500 rpm antreiben:

   Modes of Operation (Objekt 0x6060): 3 (Profile Velocity Mode) per SDO Zugriff einstellen.

   Target Velocity (Objekt 0x60FF): 500

   Motor stoppen:

   - Drehzahlvorgabe (Target Velocity) auf den Wert 0 setzen (Objekt 0x60FF) oder
   - Controlword = 0x00 07 (Disable Operation).

   Motor relativ um 10 000 Inkremente verfahren:

   Modes of Operation (Objekt 0x6060): 1 (Profile Position Mode) per SDO Zugriff einstellen.

   Target Position (Objekt 0x607A): 10 000

   Controlword = 0x00 7F (New set-point, Change set immediately, rel)

3 CANopen Protokollbeschreibung

Wegweiser

Einführung Seite 16
PDOs (Prozessdatenobjekte) Seite 19
SDO (Servicedatenobjekt) Seite 21
Emergency Object (Fehlermeldung) Seite 23
SYNC-Object Seite 25
NMT (Netzwerkmanagement) Seite 26
Einträge im Objektverzeichnis Seite 30

3.1 Einführung

- CANopen ist ein standardisiertes Softwareprotokoll, das auf der CAN-Hardware aufsetzt (Controller Area Network).
- Die internationale CAN-Organisation CAN in Automation e.V. (CiA) definiert in DS301 das Kommunikationsprofil (Beschreibung der Kommunikationsstruktur und der Methoden für Parameterzugriff, Steuer- und Überwachungsfunktionen).
- Für die unterschiedlichen Geräte sind Geräteprofile spezifiziert, wie DSP402 für Antriebe und DS401 für E/A-Geräte (Allgemeine Gerätebeschreibung aus Sicht des Anwenders).
- Öffentliche Daten werden über das Objektverzeichnis verwaltet (Parametertabelle, Zugriff auf Einträge über Index und Sub-Index).
- Es gibt zwei Daten-Kommunikationsobjekte:
  - PDOs (Prozessdatenobjekte für Steuerung und Überwachung)
  - SDOs (Servicedatenobjekte für Zugriff auf das Objektverzeichnis)
- Weitere Objekte für Netzwerkmanagement, Knotenüberwachung und Synchronisation stehen zur Verfügung.
- CANopen unterstützt bis zu 127 Knoten pro Netzsegment mit Übertragungsraten bis zu 1 MBit/s.
- Die Kommunikation ist nachrichtenbezogen, jedes Kommunikationsobjekt erhält einen eigenen 11-Bit-Identifier.

3 CANopen Protokollbeschreibung

3.1 Einführung

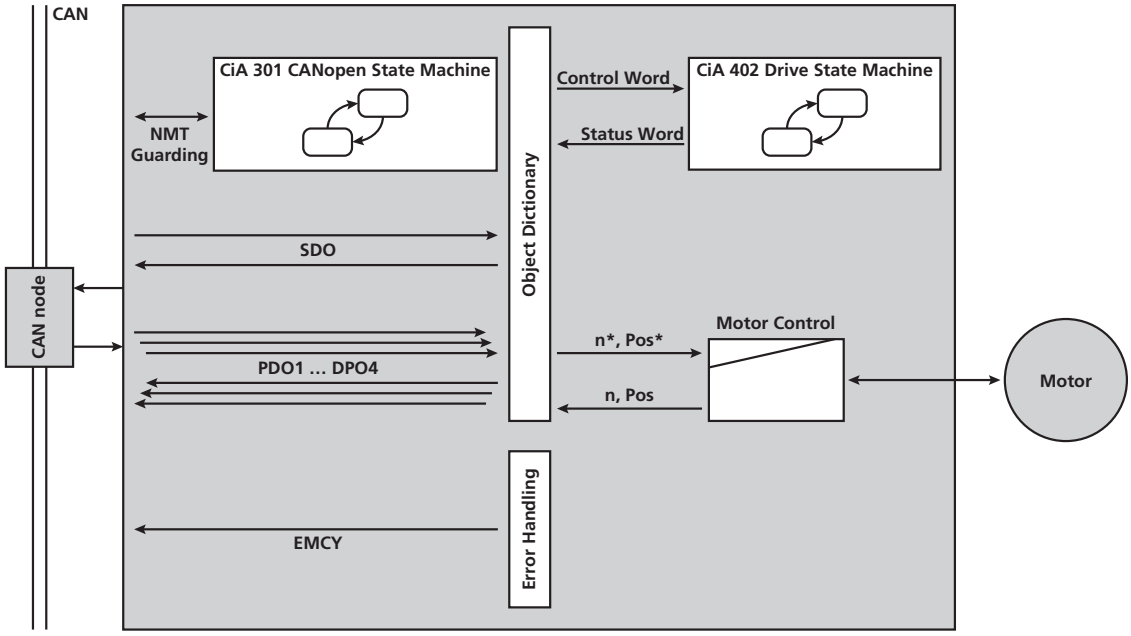
Die FAULHABER Motion Controller unterstützen das CANopen-Kommunikationsprofil gemäß CiA DS301 V4 und das Geräteprofil für Antriebe und Motion Control gemäß CiA DSP402 V3, dabei werden folgende Kommunikationsobjekte unterstützt:

- 4 Sende PDOs
- 4 Empfangs PDOs
- 1 Server SDO
- 1 Emergency-Object
- NMT mit Node-Guarding und Heartbeat
- 1 SYNC-Object

Die Identifier-Konfiguration der CANopen-Objekte ist entsprechend dem "Predefined Connection Set" voreingestellt (siehe Kapitel 3.6 "NMT (Netzwerkmanagement)"). Die Datenbelegung der PDOs ist entsprechend dem „PDO set for servo drive" nach CiA DSP402 V3 voreingestellt und kann vom Anwender geändert werden (dynamisches PDO Mapping).

Viele Hersteller bieten CANopen-Libraries für PC- und SPS-Systeme an, über die die einzelnen Objekte komfortabel ansprechbar sind, ohne sich mit dem internen Aufbau beschäftigen zu müssen.

Der FAULHABER Motion Manager ermöglicht über eine grafische Benutzeroberfläche ebenfalls einen einfachen Zugang zu den einzelnen Objekten.



Ein über CANopen angesprochener Faulhaber Motion Controller ist wie alle CANopen Geräte in Kommunikationsteil und eigentlichem Regler getrennt. Im Kommunikationsteil sind die Kommunikationsdienste entsprechend CiA 301 implementiert, der Antrieb selbst ist entsprechend des CANopen Geräteprofils 402 realisiert. Der Zugriff auf die Parameter des Antriebs erfolgt über das CANopen Opbjektverzeichnis.

3 CANopen Protokollbeschreibung

3.1 Einführung

Die Aufgaben der Kommunikationsdienste werden hier zunächst im Überblick beschrieben. Eine detaillierte Beschriebung finden Sie in den Abschnitten 3.1 bis 3.6.

Netzwerkmanagment: NMT

Für jeden CANopen Knoten wird die Kommunikation über das Netzwerkmanagement vom CANopen Master aktiviert und kann so auch auf den aktuellen Zustand überwacht werden.

Parameterablage im Objektverzeichnis

Alle Parameter des Antriebs, aber auch die Soll- und Istwerte, sind im Objektverzeichnis unter einer Indexnummer (0x1000 – 0x6FFF) und einem Subindex (0x00 – 0xFF) ansprechbar. Unterschieden werden einfache Parameter wie beispielsweise Sollwerte und strukturierte Parameter wie beispielsweise Parameter des Drehzahlreglers.

Alle CANopen Zugriffe auf den Regler erfolgen über das Objektverzeichnis.

Zugriff auf alle Parameter: SDO

Über das Service Data Object kann der CANopen Master auf Parameter des CANopen Knotens zugreifen. Dazu wird mit jedem SDO Zugriff genau ein Parameter gelesen, oder falls möglich auch geschrieben. Mit jedem SDO Zugriff kann genau ein Knoten im Netz angesprochen werden, auch Schreibzugriffe werden immer bestätigt.

Zugriff auf Echtzeitdaten: PDO

Über die Process Data Objects kann über ein CAN-Telegramm auf mehrere Antriebsparameter gleichzeitig zugegriffen werden. Damit kann z. B. die Vorgabe von Sollwerten erfolgen oder es können gleichzeitig mehrere Istwerte abgefragt werden.

Die in einem PDO zu versendenden oder zu empfangenden Parameter können frei konfiguriert werden. Da sich die Message IDs der PDOs frei konfigurieren lassen, können z. B. auch mehrere Antriebsknoten mit dem gleichen PDO Sollwerte empfangen.

Faulhaber Motion Controller oder Motion Control Systems der Variante CO stellen dazu bis zu 4 PDOs je Knoten und Datenrichtung zur Verfügung. PDOs werden nur versandt oder empfangen, wenn sich die Kommunikation im Zustand "operational" befindet.

Synchronisation: SYNC-Objekt

Über ein Sync-Telegramm können die verschiedenen Anwendungen am CAN-Bus synchronisiert werden. Typischerweise erfolgt der Versand von Soll- und Istwerten über PDOs synchronisiert.

Fehlerhandling: EMCY

Über im Antriebsknoten, entweder in der Kommunikation oder im eigentlichen Antrieb, aufgetretene Fehler kann die überlagerte Steuerung über das EMCY-Telegramm informiert werden. In einer CAN-Nachricht wird dazu der Fehlercode asynchron übermittelt, der Zustand muss nicht laufend abgefragt werden.

Steuerung des Antriebs: CiA 402 Zustandsmaschine

Über die Zustandsmaschine des Antriebs wird der Antrieb eingeschaltet und ggf. wieder deaktiviert. Im Fehlerfall kann der Antrieb in den Fehlerzustand wechseln.

Übergänge in andere Zustände werden von der überlagerten Steuerung durch die Bits 0 … 3 des Controlwords angestoßen.

Der aktuelle Zustand kann den Bits 0 … x des Statuswords entnommen werden.

Damit der Antrieb in einem der Modi betrieben werden kann, muss er sich im Zustand „Operation Enabled“ befinden“.

3 CANopen Protokollbeschreibung

3.2 PDOs (Prozessdatenobjekte)

PDOs entsprechen einem CAN-Telegramm mit bis zu 8 Byte und dienen zur Übertragung von Prozessdaten, d. h. Steuerung und Überwachung des Geräteverhaltens. Die PDOs werden aus Sicht des Feldgerätes bezeichnet. Empfangs-PDOs (RxPDOs) werden vom Feldgerät empfangen und enthalten z. B. Steuerdaten, Sende-PDOs (TxPDOs) werden vom Feldgerät gesendet und enthalten z. B. Überwachungsdaten.

PDOs können nur übertragen werden, wenn das Gerät sich im Zustand “Operational” befindet (siehe Kapitel 3.6 "NMT (Netzwerkmanagement)").

PDO Kommunikationsarten:

- Ereignisgesteuert: Daten werden automatisch nach Änderung vom Gerät gesendet.
- Remote Request (RTR): Daten werden nach einem Anforderungstelegramm gesendet.
- Synchronisiert: Daten werden nach Eintreffen eines SYNC-Objekts gesendet.

Siehe Kapitel 3.5 "SYNC-Object" zur Einstellung der verschiedenen Übertragungsarten.

Die FAULHABER Motion Controller stellen in ihrer Defaultkonfiguration folgende PDOs zur Verfügung, deren Identifier (COB ID) und Dateninhalt (PDO-Mapping) vom Anwender an individuelle Bedürfnisse angepasst werden kann. Es können maximal 4 Parameter in ein PDO gemappt werden.

RxPDO1: *Controlword*

11-Bit Identifier	2 Byte Nutzdaten	
0x200 (512d) + Node-ID	LB	HB

Enthält das 16-Bit Controlword nach CiA DSP402, das die Statemachine der Antriebseinheit steuert. Das PDO verweist auf den Objekt-Index 0x6040 im Objektverzeichnis. Die Bitaufteilung ist im Kapitel 4.1 "Device Control" beschrieben.

TxPDO1: *Statusword*

11-Bit Identifier	2 Byte Nutzdaten	
0x180 (384d) + Node-ID	LB	HB

Enthält das 16-Bit Statusword nach CiA DSP402, das den Zustand der Antriebseinheit anzeigt. Das PDO verweist auf den Objekt-Index 0x6041 im Objektverzeichnis. Die Bitaufteilung ist im Kapitel 4.1 "Device Control" beschrieben.

RxPDO2: Controlword, Target Position (pp)

11-Bit Identifier	2 bis 6 Byte Nutzdaten					
0x300 (768d) + Node-ID	LB	HB	LLB	LHB	HLB	HHB

Enthält das 16-Bit Controlword und im Profile Position Mode (pp) den 32-Bit-Wert der Zielposition (Objekt 0x607A).

3 CANopen Protokollbeschreibung

3.2 PDOs (Prozessdatenobjekte)

TxPDO2: Statusword, Position Actual Value

11-Bit Identifier	2 bis 6 Byte Nutzdaten					
0x280 (640d) + Node-ID	LB	HB	LLB	LHB	HLB	HHB

Enthält das 16-Bit Statusword und den 32-Bit-Wert der Istposition (Objekt 0x6064).

RxPDO3: Controlword, Target Velocity (pv)

11-Bit Identifier	2 bis 6 Byte Nutzdaten					
0x400 (1024d) + Node-ID	LB	HB	LLB	LHB	HLB	HHB

Enthält das 16-Bit Controlword und im Profile Velocity Mode (pv) den 32-Bit-Wert der Solldrehzahl (Objekt 0x60FF).

TxPDO3: Statusword, Velocity Actual Value

11-Bit Identifier	2 bis 6 Byte Nutzdaten					
0x380 (896d) + Node-ID	LB	HB	LLB	LHB	HLB	HHB

Enthält das 16-Bit Statusword und den 32-Bit-Wert der Istdrehzahl (Objekt 0x606C).

RxPDO4: Controlword, Target Position Internal Value (pp)

11-Bit Identifier	2 Byte Nutzdaten					
0x500 (1280d) + Node-ID	LB	HB	LLB	LHB	HLB	HHB

Enthält das 16-Bit Controlword und im Profile Position Mode (pp) den 32-Bit-Wert der Sollposition in internen Einheiten (Objekt 0x257A).

TxPDO4: Position Actual Value, Velocity Actual Value

11 bit identifier	8 bytes user data					
0x480 (1152d) + Node-ID	LB	HB	LLB	LHB	HLB	HHB

Enthält den 32-Bit-Wert der Istposition (Objekt 0x6064) und den 32-Bit-Wert der Istdrehzahl (Objekt 0x606C).

Die Mapping-Einstellungen sind in den Kommunikationsobjekten 0x1600 bis 0x1603 und 0x1A00 bis 0x1A03 gespeichert.

HINWEIS

Um den Dateninhalt einzelner PDOs zu verändern, wird ein CANopen Konfigurations-Tool benötigt, das dynamisches PDO-Mapping unterstützt. Der FAULHABER Motion Manager kann für diese Aufgabe verwendet werden.

Werden Mapping-Parameter ohne Einhaltung der vorgegebenen Mapping-Prozedur beschrieben, wird der SDO-Fehler 0x06090030 versendet. Wird für die Anzahl gemappter Objekte ein größerer Wert eingetragen als gültige Einträge in den jeweiligen Subindexen der Mapping Parameter Objekte vorhanden sind, wird der SDO-Fehler 0x06020000 versendet.
Ist die Anzahl gemappter Objekte 0, wird ein PDO mit Länge 0 versendet.

HINWEIS

TxPDOs, die das Statusword enthalten, werden in der Default-Konfiguration (Transmission Type 255) automatisch bei Änderung des Statuswords versendet.
Alternativ können PDOs über SYNC oder RTR zyklisch abgefragt werden.

3 CANopen Protokollbeschreibung

3.3 SDO (Servicedatenobjekt)

Mit Hilfe des Servicedatenobjekts können Parameter im Objektverzeichnis (OV) gelesen und beschrieben werden. Der Zugriff erfolgt über den 16-Bit-Index und den 8-Bit-Subindex. Der Motion Controller fungiert dabei als Server, d. h. er stellt auf Anforderung des Clients (PC, SPS) Daten zur Verfügung (Upload) bzw. empfängt Daten vom Client (Download).

Byte0	Byte1-2	Byte3	Byte4
Command Specifier	16-Bit-Index	8-Bit-Subindex	1-4 Byte Parameter Data

➔ Eintrag im Objektverzeichnis

Es werden 2 SDO-Übertragungsarten unterschieden:

- Expedited Transfer: Übertragung von maximal 4 Byte
- Segmented Transfer: Übertragung von mehr als 4 Byte

Da bei den FAULHABER Motion Controllern außer für die Abfrage der Version und des Gerätenamens nur maximal 4 Datenbytes übertragen werden, wird im folgenden nur der Expedited Transfer beschrieben.

Die Telegramme sind immer 8 Byte groß und folgendermaßen aufgebaut:

Lesen von OV-Einträgen: Client ➔ Server, Upload Request

11-Bit Identifier	8 Byte Nutzdaten							
0x600 (1536d) + Node-ID	0x40	Index LB	Index HB	Subindex	0	0	0	0

Server ➔ Client, Upload Response

11-Bit Identifier	8 Byte Nutzdaten							
0x580 (1408d) + Node-ID	0x4x	Index LB	Index HB	Subindex	LLB (D0)	LHB (D1)	HLB (D2)	HHB (D3)

Byte0 (0x4x) gibt die Anzahl der gültigen Datenbytes in D0-D3 und den Transfertyp an und ist beim Expedited Transfer (≤ 4 Datenbytes) wie folgt codiert:

- 1 Datenbyte in D0: Byte0 = 0x4F
- 2 Datenbytes in D0-D1: Byte0 = 0x4B
- 3 Datenbytes in D0-D2: Byte0 = 0x47
- 4 Datenbytes in D0-D3: Byte0 = 0x43

Schreiben von OV-Einträgen: Client ➔ Server, Download Request

11-Bit Identifier	8 Byte Nutzdaten							
0x600 (1536d) + Node-ID	0x2x	Index LB	Index HB	Subindex	LLB (D0)	LHB (D1)	HLB (D2)	HHB (D3)

Byte0 (0x2x) gibt die Anzahl der gültigen Datenbytes in D0-D3 und den Transfertyp an und ist beim Expedited Transfer (≤ 4 Datenbytes) wie folgt codiert:

- 1 Datenbyte in D0: Byte0 = 0x2F
- 2 Datenbytes in D0-D1: Byte0 = 0x2B
- 3 Datenbytes in D0-D2: Byte0 = 0x27
- 4 Datenbytes in D0-D3: Byte0 = 0x23

Falls keine Angabe der Anzahl Datenbytes erforderlich ist: Byte0 = 0x22

Server ➔ Client, Download Response

11-Bit Identifier	8 Byte Nutzdaten							
0x580 (1407d) + Node-ID	0x60	Index LB	Index HB	Subindex	0	0	0	0

3 CANopen Protokollbeschreibung

3.3 SDO (Servicedatenobjekt)

Abbruch des SDO-Protokolls im Fehlerfall:

Client ➔ Server

11-Bit Identifier	8 Byte Nutzdaten							
0x600 (1536d) + Node-ID	0x80	Index LB	Index HB	Subindex	Error0	Error1	Error2	Error3

Server ➔ Client

11-Bit Identifier	8 Byte Nutzdaten							
0x580 (1408d) + Node-ID	0x80	Index LB	Index HB	Subindex	Error0	Error1	Error2	Error3

Error3: Fehlerklasse

Error2: Fehlercode

Error1: Zusätzlicher Fehlercode HB

Error0: Zusätzlicher Fehlercode LB

Fehlerklasse	Fehlercode	Zusatzcode	Beschreibung
0x05	0x03	0x0000	Toggle Bit nicht geändert
0x05	0x04	0x0001	SDO Command Specifier ungültig oder unbekannt
0x06	0x01	0x0000	Zugriff auf dieses Objekt wird nicht unterstützt
0x06	0x01	0x0001	Versuch einen Write-Only-Parameter zu lesen
0x06	0x01	0x0002	Versuch auf einen Read_Only Parameter zu schreiben
0x06	0x02	0x0000	Objekt nicht im Objektverzeichnis vorhanden
0x06	0x04	0x0041	Objekt kann nicht in PDO gemappt werden
0x06	0x04	0x0042	Anzahl und/oder Länge der gemappten Objekte würde PDO-Länge überschreiten
0x06	0x04	0x0043	Allgemeine Parameter Inkompatibilität
0x06	0x04	0x0047	Allgemeiner interner Inkombatibilitätsfehler im Gerät
0x06	0x07	0x0010	Datentyp oder Parameterlänge stimmen nicht überein oder sind unbekannt
0x06	0x09	0x0011	Subindex nicht vorhanden
0x06	0x09	0x0030	Allgemeiner Wertebereich-Fehler
0x06	0x09	0x0031	Wertebereich-Fehler: Parameterwert zu groß
0x06	0x09	0x0032	Wertebereich-Fehler: Parameterwert zu klein
0x06	0x09	0x0036	Wertebereich-Fehler: Maximumwert ist kleiner als Minimumwert
0x08	0x00	0x0000	Allgemeiner SDO-Fehler
0x08	0x00	0x0020	Zugriff nicht möglich
0x08	0x00	0x0022	Zugriff wegen aktuellem Gerätestatus nicht möglich

3 CANopen Protokollbeschreibung

3.4 Emergency Object (Fehlermeldung)

Das Emergency Object informiert andere Busteilnehmer über aufgetretene Fehler.

Das Emergency Object ist immer 8 Byte groß und folgendermaßen aufgebaut:

11-Bit Identifier	8 Byte Nutzdaten							
0x80 (128d) + Node-ID	Error0 (LB)	Error1 (HB)	Error-Reg.	FE0 (LB)	FE1 (HB)	0	0	0

Die ersten beiden Bytes enthalten den 16-Bit-Error-Code, das dritte Byte enthält das Error-Register (Inhalt von Objekt 0x1001), die Bytes 4 und 5 enthalten das 16-Bit FAULHABER-Fehlerregister (Inhalt von Objekt 0x2320), die restlichen Bytes sind unbenutzt (immer 0).

Das Error-Register kennzeichnet die Fehlerart. Die einzelnen Fehlerarten sind bitkodiert und in nachfolgender Tabelle den jeweiligen Error Codes zugeordnet. Über das Objekt 0x1001 kann der letzte Wert des Error Registers abgefragt werden.

In der folgenden Fehlercode-Tabelle sind alle Fehler aufgeführt, die über Emergency-Telegramme gemeldet werden, sofern der entsprechende Fehler in der Emergency-Mask für das FAULHABER Fehlerregister gesetzt ist (siehe Kapitel 4.8 "Fehlerbehandlung"). Es werden nur solche Fehler gemeldet, für die in dieser Tabelle eine Emergency-Mask angegeben ist.

Emergency Error Codes

Error Code	Error	Emergency Mask	Error Register Bit
0x0000	No error		
0x1000	Generic error		0
0x2000	Current		
0x2300	Current, device output side		
0x2310	Continuous over current	0x0001	1
0x3000	Voltage		
0x3200	Voltage inside the device		
0x3210	Over voltage	0x0004	2
0x4000	Temperature		
0x4300	Drive temperature		
0x4310	Over temperature	0x0008	3
0x5000	Device hardware		
0x5500	Data storage		
0x5530	Flash memory error	0x0010	5
0x6000	Device software		
0x6100	Internal software	0x1000	5
0x8000	Monitoring		
0x8100	Communication		
0x8110	CAN overrun (objects lost)	0x0080	4
0x8120	CAN in error passive mode	0x0040	4
0x8130	Life guard or heartbeat error	0x0100	4
0x8140	Recovered from bus off	0x0200	4
0x8200	Protocol error		
0x8210	PDO not processed due to length error	0x4000	4
0x8220	PDO length exceeded	0x2000	4
0x8400	Velocity speed controller (deviation)	0x0002	5
0x8600	Positioning controller		
0x8611	Following error (deviation)	0x0002	5
0xFF00	Device specific		
0xFF01	Conversion overflow	0x0800	0

3 CANopen Protokollbeschreibung

3.4 Emergency Object (Fehlermeldung)

Error Register

Bit	Bedeutung
0	Generic error
1	Current
2	Voltage
3	Temperature
4	Communication error (overrun, error state)
5	Device profile specific
6	Reserved (always 0)

Beispiel:

Wenn in der Error Mask des FAULHABER Fehlerregisters 0x2321 unter Subindex 1 Bit 1 gesetzt ist, wird ein Emergency-Telegramm mit den 8 Datenbytes 0x10 0x23 0x01 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00 verchickt, wenn der über Objekt 0x2333 eingestellte Dauerstrombegrenzungswert länger als die über Objekt 0x2322 eingestellte Fehlerverzögerungszeit überschritten wurde.

Behandlung von CAN-Fehlern

CAN overrun (objects lost):
Werden vom Master schneller Telegramme versendet als sie vom Controller verarbeitet werden können, gehen Nachrichten verloren. Der Controller meldet dies mit dem Emergency-Telegramm 0x8110. Im Error-Register wird das Bit 4 (Communication error) und im FAULHABER Fehlerregister das Bit 7 (CAN overrun) gesetzt. Dieser Fehler wird zeitverzögert versendet und nicht durch ein Emergency-Telegramm 0x000 zurückgenommen. Die entsprechenden Bits im Error Register und im FAULHABER Fehlerregister werden nicht gelöscht.

CAN in error passive mode:
Treten Fehler auf dem CAN-Bus auf und das CAN-Modul des Antriebs geht in den "error passive"-Zustand, wird das Emergency-Telegramm 0x8120 versendet. Im Error Register wird das Bit 4 (Communication error) und im FAULHABER Fehlerregister das Bit 6 (CAN in error passive mode) gesetzt. Der Fehler wird zurückgenommen, wenn der Antrieb wieder in "error active" geht.

Recovered from bus off:
Ist das CAN-Modul des Antriebs im Zustand "bus-off" und empfängt anschließend wieder gültige Nachrichten, wird das Emergency-Telegramm 0x8140 versendet, um zu melden, dass der "bus-off"-Zustand wieder verlassen wurde. Im Error Register wird das Bit 4 (Communication error) und im FAULHABER Fehlerregister das Bit 9 (Recoverd from bus off) gesetzt. Diese Meldung wird nicht zurückgenommen, die entsprechenden Bits im Error Register und im FAULHABER Fehlerregister werden nicht gelöscht.

Deviation-Fehler

Im Profile Velocity Mode wird der Emergency-Fehler 0x8611 und im Profile Position Mode der Emergency-Fehler 0x8400 versendet, wenn die über Objekt 0x2322.02 eingestellte maximal zulässige Drehzahlabweichung überschritten wurde. Der Fehler wird zurückgesetzt, wenn die DSP402-Zustandsmaschine geschaltet oder eine neue Positionierung gestartet wird.

3 CANopen Protokollbeschreibung

3.5 SYNC-Object

Das SYNC-Object ist ein kurzes Telegramm ohne Dateninhalt, das zum Triggern synchroner PDOs verwendet wird und somit ein quasi gleichzeitiges Starten von Prozessen auf verschiedenen Geräten ermöglicht.

Der Identifier des SYNC-Objects kann im Objektverzeichnis unter Index 0x1005 eingestellt werden (Default: 0x80).

11-Bit Identifier	Keine Nutzdaten
0x80	

Ob ein PDO durch ein SYNC-Objekt getriggert werden soll, kann über den transmission type in den Communication Parameter Objekten des entsprechenden PDOs eingestellt werden (siehe Kapitel 6.1 "Kommunikationsobjekte nach CiA 301"").

Folgende PDO-Übertragungsarten werden unterschieden:

Transmission Type	Bedeutung
255	Asynchron (ereignisgesteuert)
253	Asynchron, nur auf Anforderung (RTR)
1 … 240	Synchron, zyklisch PDO wird immer wieder nach einem SYNC-Objekt gesendet. Der angegebene Wert stellt dabei gleichzeitig die Anzahl SYNC-Objekte dar, welche bis zum erneuten Senden des PDO empfangen worden sein müssen (1 = PDO wird mit jedem SYNC-Objekt gesendet).
0	Synchron, azyklisch PDO wird einmal nach einem SYNC-Objekt gesendet bzw. ausgeführt, wenn sich deren Inhalt geändert hat (neue Parameterabfrage oder Statusänderung)

Synchrone Receive PDO:

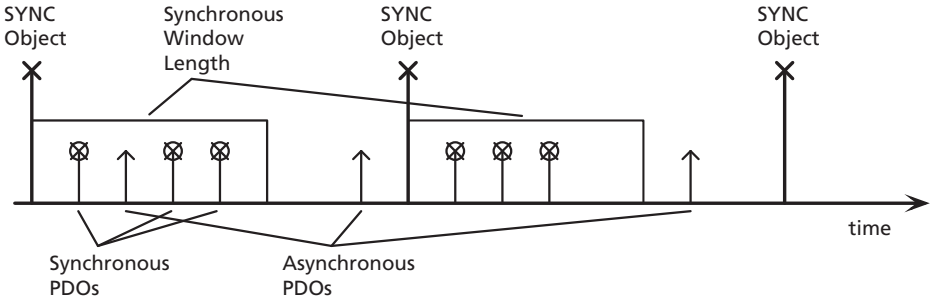
Der mit dem PDO übertragene Befehl wird erst mit Erhalt des SYNC-Objekts ausgeführt. Auf diese Weise können z. B. mehrere Achsen miteinander synchronisiert werden.

HINWEIS

Bei RxPDOs sind die Übertragungsarten 1-240 identisch mit Übertragungsart 0.

Synchrone Transmit PDO:

Nach Erhalt eines SYNC-Objekts wird das PDO mit den aktuellen Daten so schnell wie möglich losgeschickt (Synchronous Window Lenght = 0):



HINWEIS

Mit den Übertragungsarten 1-240 können Knoten auch gruppiert werden.

3 CANopen Protokollbeschreibung

3.6 NMT (Netzwerkmanagement)

Nach dem Einschalten und der erfolgreich durchgeführten Initialisierung befinden sich die FAULHABER Motion Controller automatisch im Zustand „Pre-Operational". In diesem Zustand kann außer über NMT-Nachrichten nur über Servicedatenobjekte (SDOs) mit dem Gerät kommuniziert werden, um Parametereinstellungen vorzunehmen oder abzufragen. Die FAULHABER Motion Controller werden bereits mit sinnvollen Default-Einstellungen für alle Objekte ausgeliefert, somit ist in der Regel keine weitere Parametrisierung beim Systemstart notwendig. Üblicherweise werden notwendige Parametereinstellungen einmal z. B. mit Hilfe des FAULHABER Motion Managers durchgeführt und dann dauerhaft ins Daten-Flash gespeichert. Diese Einstellungen sind dann nach dem Systemstart sofort verfügbar.

Starten eines CANopen Knotens (Start Remote Node):

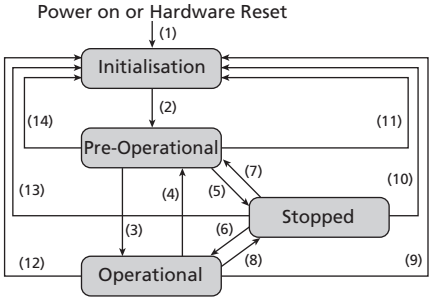
11-Bit Identifier	2 Byte Nutzdaten	
0x000	0x01	Node-ID

Starten des gesamten Netzwerkes (Start all Remote Nodes):

11-Bit Identifier	2 Byte Nutzdaten	
0x000	0x01	0x00

Danach befinden sich die Geräte im Zustand „Operational". Das Gerät ist jetzt voll funktionsfähig und kann über PDOs bedient werden.

Nachfolgend ist das Zustandsdiagramm angegeben:



(1)	At Power on the initialisation state is entered autonomously
(2)	Initialisation finished – enter PRE-OPERATIONAL automatically
(3), (6)	Start_Remote_Node indication
(4), (7)	Enter PRE-OPERATIONAL_State indication
(5), (8)	Stop_Remote_Node indication
(9), (10), (11)	Reset_Node indication
(12), (13), (14)	Reset_Communication indication

Im Zustand „Stopped" („Prepared") befindet sich das Gerät im Fehlerzustand und kann nicht mehr über SDO und PDOs bedient werden. Lediglich NMT-Nachrichten werden empfangen, um eine Zustandänderung zu bewirken. Zustandsänderungen können mit Hilfe der NMT-Dienste durchgeführt werden:

Ein NMT-Telegramm besteht immer aus 2 Byte auf dem Identifier 0x000:

11-Bit Identifier	2 Byte Nutzdaten	
0x000	CS	Node-ID

CS: Command Specifier

Node-ID: Knotenadresse (0 = alle Knoten)

3 CANopen Protokollbeschreibung

3.6 NMT (Netzwerkmanagement)

Die möglichen Werte für den Command Specifier CS sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt:

Statusübergang	Command Specifier CS	Erläuterung
(1)	–	Der Initialisierungs-Status wird beim Einschalten selbsttätig erreicht.
(2)	–	Nach der Initialisierung wird der Status Pre-Operational automatisch erreicht, dabei wird die Boot-Up-Nachricht abgeschickt.
(3), (6)	CS = 0x01 (1d)	Start_Remote_Node. Startet das Gerät und gibt die Übertragung von PDOs frei.
(4), (7)	CS = 0x80 (128d)	Enter_Pre-Operational. Stoppt die PDO-Übertragung, SDO weiter aktiv.
(5), (8)	CS = 0x02 (2d)	Stop_Remote_Node. Gerät geht in den Fehlerzustand, SDO und PDO abgeschaltet.
(9), (10), (11)	CS = 0x81 (129d)	Reset_Node. Führt einen Reset durch. Alle Objekte werden auf Power-On Defaults zurückgesetzt.
(12), (13), (14)	CS = 0x82 (130d)	Reset_Communication. Führt einen Reset der Kommunikationsfunktionen durch.

Boot-Up Message:

Nach der Initialisierungsphase sendet der FAULHABER Motion Controller die Boot-Up Message, eine CAN-Nachricht mit einem Datenbyte (Byte0 = 0x00) auf dem Identifier der Node-Guarding-Nachricht (0x700 + Node-ID):

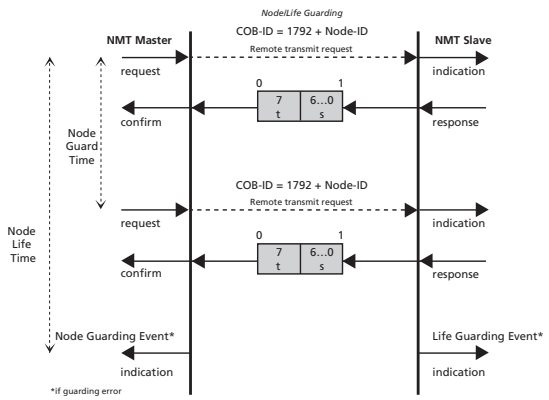
11-Bit Identifier	1 Byte Nutzdaten
0x700 (1792d) + Node-ID	0x00

Die Boot-Up Message signalisiert das Ende der Initialisierungsphase einer neu eingeschalteten Baugruppe, die daraufhin konfiguriert bzw. gestartet werden kann.

Node-Guarding / Life-Guarding:

Mit Hilfe des Node-Guarding-Objekts kann der momentane Zustand des Gerätes abgefragt werden. Dazu sendet der Master durch Setzen eines Remote-Frames einen Request (Anforderungstelegramm) auf den Guarding-Identifier des zu überwachenden Knoten. Dieser antwortet dann mit der Guarding-Nachricht, die den aktuellen Status des Knoten und ein Toggle Bit enthält.

Das nachfolgende Diagramm beschreibt das Node-Guarding-Protokoll:



t: Toggle Bit. Anfänglich 0, wechselt in jedem Guarding-Telegramm seinen Wert.

s: Status:

s = 0x04 (4d): Stopped

s = 0x05 (5d): Operational

s = 0x7F (127d): Pre-Operational

Ist eine Node-Life-Time > 0 eingestellt (Objekte 0x100C und 0x100D) wird ein Life-Guarding-Fehler gesetzt, wenn innerhalb der angegebenen Life-Time keine Node-Guarding-Abfrage des Masters mehr eintrifft (Life-Guarding).

Die Reaktion auf einen Life-Guarding-Fehler kann über die Error Mask des FAULHABER Fehlerregisters (Objekt 0x2321) eingestellt werden. Standardmäßig wird das Emergency-Telegramm 0x8130 abgesetzt.

3 CANopen Protokollbeschreibung

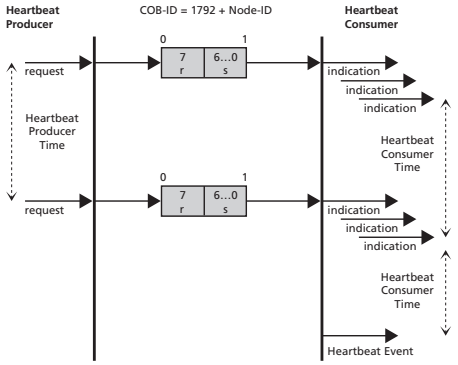
3.6 NMT (Netzwerkmanagement)

Heartbeat:

Der Motion Controller kann sowohl als Heartbeat-Producer wie auch als Heartbeat-Consumer eingestellt werden.

Ein Heartbeat-Producer setzt zyklisch eine Botschaft ab, die von einem oder mehreren Heartbeat-Consumern im Netzwerk empfangen wird. Die Anwendung eines Heartbeat-Consumers kann demzufolge reagieren, wenn innerhalb der Heartbeat Consumer Time keine Heartbeat-Botschaft des zu überwachenden Heartbeat-Producers eintrifft.

Das nachfolgende Diagramm beschreibt das Heartbeat-Protokoll:



r: Reserved (immer 0)

s: Status des Heartbeat-Producers

s = 0x00 (0d): Bootup

s = 0x04 (4d): Stopped

s = 0x05 (5d): Operational

s = 0x7F (127d): Pre-Operational

Ist eine Producer Heartbeat Time > 0 eingestellt (Objekt 0x1017) fungiert der Motion Controller als Heartbeat-Producer und sendet im eingestellten Zeitintervall eine Heartbeat-Botschaft.

Nach dem Einschalten entspricht die Bootup-Message der ersten Heartbeat-Botschaft. Weitere Heartbeats folgen darauf im Abstand der Heartbeat Producer Time.

HINWEIS

Es darf nur einer der beiden Überwachungsmechanismen Life-Guarding oder Heartbeat aktiviert sein!

Beim Versuch eine Node-Guarding-Zeit > 0 einzustellen während Heartbeat-Producer aktiviert ist, wird der SDO-Fehler 0x08000020 versendet.
Wird eine Producer-Heartbeat-Zeit > 0 eingestellt, werden die Node-Guarding-Zeiten auf 0 gesetzt.

Der Motion Controller kann zusätzlich auch als Heartbeat-Consumer agieren, um die Anwesenheit des Masters zu überwachen.

Ist zusätzlich zur Producer Heartbeat Time eine Consumer Heartbeat Time > 0 eingestellt (Objekt 0x1016.01) ist dieser Überwachungsmechanismus im Motion Controller aktiviert. Einzutragen ist hier die Node-ID des zu überwachenden Masters und die Überwachungszeit (Heartbeat Consumer Time), die immer größer als die Heartbeat Producer Time des Masters sein muss.

Wenn der Motion Controller dann innerhalb der eingestellten Heartbeat Consumer Time keine Heartbeat-Botschaft des Masters empfängt, wird ein Heartbeat-Event ausgelöst. Die Reaktion auf ein Heartbeat-Event kann über die Error Mask des FAULHABER Fehlerregisters (Objekt 0x2321) eingestellt werden. Standardmäßig wird das Emergency-Telegramm 0x8130 abgesetzt.

HINWEIS

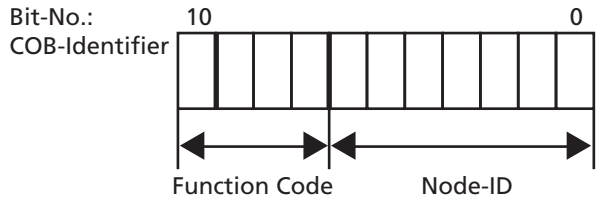
Bei schweren Kommunikationsfehlern gehen die FAULHABER Motion Controller per Default in den NMT-Zustand "Pre-Operational". Ist ein anderes Verhalten gewünscht, kann dies über Objekt 0x1029 eingestellt werden.

3 CANopen Protokollbeschreibung

3.6 NMT (Netzwerkmanagement)

Identifier-Verteilung:

CANopen bietet im "Predefined Connection Set" Default-Identifier für die wichtigsten Objekte an. Diese setzen sich zusammen aus einer 7-Bit Knotenadresse (Node-ID) und einem 4-Bit Function Code gemäß folgendem Schema:



Die FAULHABER Motion Controller arbeiten nach der ersten Zuteilung einer gültigen Knotennummer über das LSS-Protokoll mit diesen Default-Identifiers (COB IDs):

Object	Funktion Code (binary)	Resulting COB ID	Communication Parameters at Index
NMT	0000	0	–
SYNC	0001	128 (80h)	1005h

Object	Funktion Code (binary)	Resulting COB ID	Communication Parameters at Index
EMERGENCY	0001	129 (81h) – 255 (FFh)	1014h
PDO1 (tx)	0011	385 (181h) – 511 (1FFh)	1800h
PDO1 (rx)	0100	513 (201h) – 639 (27Fh)	1400h
PDO2 (tx)	0101	641 (281h) – 767 (2FFh)	1801h
PDO2 (rx)	0110	769 (301h) – 895 (37Fh)	1401h
PDO3 (tx)	0111	897 (381h) – 1023 (3FFh)	1802h
PDO3 (rx)	1000	1025 (401h) – 1151 (47Fh)	1402h
PDO4 (tx)	1001	1153 (481h) – 1279 (4FFh)	1803h
PDO4 (rx)	1010	1281 (501h) – 1407 (57Fh)	1403h
SDO (tx)	1011	1409 (581h) – 1535 (5FFh)	1200h
SDO (rx)	1100	1537 (601h) – 1663 (67Fh)	1200h
NMT Error Control	1110	1793 (701h) – 1919 (77Fh)	

Die COB IDs der PDOs, des SYNC-Objekts und des EMERGENCY-Objekts können über das Objektverzeichnis geändert werden.

HINWEIS

Bei Änderung der Knotennummer über das LSS-Protokoll bleiben die COB IDs der PDOs und des EMCY-Objekts unverändert.
Sollen nach einer Änderung der Knotennummer diese COB IDs wieder entsprechend dem Predefined Connection Set eingestellt sein, ist zuvor die Knotennummer 0xFF (255) einzustellen (unkonfigurierter LSS-Knoten).
Bei Änderung der Knotennummer über den Motion Manager erfolgt automatisch die Umschaltung auf das Predefined Connection Set, damit alle COB IDs wieder entsprechend der neuen Knotennummer eingestellt sind. Bei diesem Vorgang werden auch alle anderen Kommunikationseinstellungen auf ihre Default-Werte gesetzt.

3 CANopen Protokollbeschreibung

3.7 Einträge im Objektverzeichnis

Im CANopen-Objektverzeichnis werden die Konfigurationsparameter verwaltet. Das Objektverzeichnis ist in drei Bereiche unterteilt:

1. Kommunikationsparameter (Index 0x1000 – 0x1FFF)
2. Herstellerspezifischer Bereich (Index 0x2000 – 0x5FFF)
3. Standardisierte Geräteprofile (0x6000 – 0x9FFF)

Der 1. Bereich enthält die Objekte nach DS301, der 2. Bereich ist für herstellerspezifische Objekte reserviert, und der 3. Bereich beinhaltet die von den FAULHABER Motion Controllern unterstützten Objekte nach DSP402.

Jedes Objekt kann über seinen Index und Subindex referenziert werden (SDO-Protokoll).

Übersicht der zur Verfügung stehenden Objekte:

a.) Kommunikationsobjekte nach CiA DS301:

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Map	Bedeutung
0x1000		Device type	Unsigned32	ro		Gerätetyp
0x1001		Error register	Unsigned8	ro	ja	Fehlerregister
0x1003		Predefined error field	ARRAY	rw		Fehlerspeicher
	0	Number of errors	Unsigned8	rw		
	1	Standard error field	Unsigned32	ro		
	2	Standard error field	Unsigned32	ro		
0x1005		COB ID SYNC	Unsigned32	rw		Identifier des SYNC-Objekts
0x1008		Manufacturer device name	String	const		Gerätenamen
0x1009		Manufacturer hardware version	String	const		Hardware-Version
0x100A		Manufacturer software version	String	const		Software-Version
0x100C		Guard time	Unsigned16	rw		Life-Guarding Überwachungszeit
0x100D		Life time factor	Unsigned8	rw		Life-Guarding Faktor
0x1010		Store parameters	ARRAY			Parameter speichern
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Save all parameters	Unsigned32	rw		
	2	Save communication parameters	Unsigned32	rw		
	3	Save application parameters	Unsigned32	rw		
0x1011		Restore default parameters	ARRAY			Parameter wiederherstellen
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Restore all factory parameters	Unsigned32	rw		Werkseinstellungen
	2	Restore factory communication parameters	Unsigned32	rw		
	3	Restore factory application parameters	Unsigned32	rw		
	4	Restore all saved parameters	Unsigned32	rw		Zuletzt gespeicherte Einstellungen
	5	Restore saved communication parameters	Unsigned32	rw		
	6	Restore saved application parameters	Unsigned32	rw		
0x1014		COB ID EMCY	Unsigned32	rw		Identifier des Emergency-Objekts
0x1016		Consumer heartbeat time	ARRAY	rw		Heartbeat Überwachungszeit
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Consumer heartbeat time	Unsigned32	rw		
0x1017		Producer heartbeat time	Unsigned16	rw		Heartbeat Sende-Zeitintervall
0x1018		Identity object	RECORD			Geräte-Identität
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Vendor ID	Unsigned32	ro		
	2	Product code	Unsigned32	ro		
	3	Revision number	Unsigned32	ro		
	4	Serial number	Unsigned32	ro		
0x1029		Error behaviour				Verhalten bei Fehlern
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Communication error	Unsigned8	rw		

3 CANopen Protokollbeschreibung

3.7 Einträge im Objektverzeichnis

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Map	Bedeutung
		Server SDO parameter				
0x1200		1st server SDO parameter SDO	RECORD			SDO-Einstellungen
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	COB ID client to server (rx)	Unsigned32	ro		
	2	COB ID server to client (tx)	Unsigned32	ro		
		Receive PDO communication parameter				
0x1400		Receive PDO1 communication parameter	RECORD			RxPDO1 Kommunikationsparameter
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	COB ID	Unsigned32	rw		
	2	Transmission type	Unsigned8	rw		
0x1401		Receive PDO2 communication parameter	RECORD			RxPDO2 Kommunikationsparameter
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	COB ID	Unsigned32	rw		
	2	Transmission type	Unsigned8	rw		
0x1402		Receive PDO3 communication parameter	RECORD			RxPDO3 Kommunikationsparameter
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	COB ID	Unsigned32	rw		
	2	Transmission type	Unsigned8	rw		
0x1403		Receive PDO4 communication parameter	RECORD			RxPDO4 Kommunikationsparameter
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	COB ID	Unsigned32	rw		
	2	Transmission type	Unsigned8	rw		
		Receive PDO mapping parameter				
0x1600		Receive PDO1 mapping parameter	RECORD			RxPDO1 Mapping-Parameter
	0	Number of mapped objects	Unsigned8	rw		Default: 1
	1	PDO mapping entry 1	Unsigned32	rw		Default: 0x6040
	2	PDO mapping entry 2	Unsigned32	rw		Default: 0x0
	3	PDO mapping entry 3	Unsigned32	rw		Default: 0x0
	4	PDO mapping entry 4	Unsigned32	rw		Default: 0x0
0x1601		Receive PDO2 mapping parameter	RECORD			RxPDO2 Mapping-Parameter
	0	Number of mapped objects	Unsigned8	rw		Default: 2
	1	PDO mapping entry 1	Unsigned32	rw		Default: 0x6040
	2	PDO mapping entry 2	Unsigned32	rw		Default: 0x607A
	3	PDO mapping entry 3	Unsigned32	rw		Default: 0x0
	4	PDO mapping entry 4	Unsigned32	rw		Default: 0x0
0x1602		Receive PDO3 mapping parameter	RECORD			RxPDO3 Mapping-Parameter
	0	Number of mapped objects	Unsigned8	rw		Default: 2
	1	PDO mapping entry 1	Unsigned32	rw		Default: 0x6040
	2	PDO mapping entry 2	Unsigned32	rw		Default: 0x60FF
	3	PDO mapping entry 3	Unsigned32	rw		Default: 0x0
	4	PDO mapping entry 4	Unsigned32	rw		Default: 0x0
0x1603		Receive PDO4 mapping parameter	RECORD			RxPDO4 Mapping-Parameter
	0	Number of mapped objects	Unsigned8	rw		Default: 2
	1	PDO mapping entry 1	Unsigned32	rw		Default: 0x6040
	2	PDO mapping entry 2	Unsigned32	rw		Default: 0x257A
	3	PDO mapping entry 3	Unsigned32	rw		Default: 0x0
	4	PDO mapping entry 4	Unsigned32	rw		Default: 0x0

3 CANopen Protokollbeschreibung

3.7 Einträge im Objektverzeichnis

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Map	Bedeutung
		Transmit PDO communication parameter				
0x1800		Transmit PDO1 communication parameter	RECORD			TxPDO1 Kommunikationsparameter
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	COB ID	Unsigned32	rw		
	2	Transmission type	Unsigned8	rw		
0x1801		Transmit PDO2 communication parameter	RECORD			TxPDO2 Kommunikationsparameter
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	COB ID	Unsigned32	rw		
	2	Transmission type	Unsigned8	rw		
0x1802		Transmit PDO3 communication parameter	RECORD			TxPDO3 Kommunikationsparameter
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	COB ID	Unsigned32	rw		
	2	Transmission type	Unsigned8	rw		
0x1803		Transmit PDO4 communication parameter	RECORD			TxPDO4 Kommunikationsparameter
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	COB ID	Unsigned32	rw		
	2	Transmission type	Unsigned8	rw		
		Transmit PDO mapping parameter				
0x1A00		Transmit PDO1 mapping parameter	RECORD			TxPDO1 Mapping-Parameter
	0	Number of mapped objects	Unsigned8	rw		Default: 1
	1	PDO mapping entry 1	Unsigned32	rw		Default: 0x6041
	2	PDO mapping entry 2	Unsigned32	rw		Default: 0x0
	3	PDO mapping entry 3	Unsigned32	rw		Default: 0x0
	4	PDO mapping entry 4	Unsigned32	rw		Default: 0x0
0x1A01		Transmit PDO2 mapping parameter	RECORD			TxPDO2 Mapping-Parameter
	0	Number of mapped objects	Unsigned8	rw		Default: 2
	1	PDO mapping entry 1	Unsigned32	rw		Default: 0x6041
	2	PDO mapping entry 2	Unsigned32	rw		Default: 0x6064
	3	PDO mapping entry 3	Unsigned32	rw		Default: 0x0
	4	PDO mapping entry 4	Unsigned32	rw		Default: 0x0
0x1A02		Transmit PDO3 mapping parameter	RECORD			TxPDO3 Mapping-Parameter
	0	Number of mapped objects	Unsigned8	rw		Default: 2
	1	PDO mapping entry 1	Unsigned32	rw		Default: 0x6041
	2	PDO mapping entry 2	Unsigned32	rw		Default: 0x606C
	3	PDO mapping entry 3	Unsigned32	rw		Default: 0x0
	4	PDO mapping entry 4	Unsigned32	rw		Default: 0x0
0x1A03		Transmit PDO4 mapping parameter	RECORD			TxPDO4 Mapping-Parameter
	0	Number of mapped objects	Unsigned8	rw		Default: 2
	1	PDO mapping entry 1	Unsigned32	rw		Default: 0x6064
	2	PDO mapping entry 2	Unsigned32	rw		Default: 0x606C
	3	PDO mapping entry 3	Unsigned32	rw		Default: 0x0
	4	PDO mapping entry 4	Unsigned32	rw		Default: 0x0

3 CANopen Protokollbeschreibung

3.7 Einträge im Objektverzeichnis

b.) Herstellerspezifische Objekte:

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Map	Bedeutung
0x2310		Digital input settings	ARRAY			Einstellung der digitalen Eingänge
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Negative limit switch	Unsigned8	rw		
	2	Positive limit switch	Unsigned8	rw		
	3	Homing switch	Unsigned8	rw		
	5	Switch polarity	Unsigned8	rw		
	6	Polarity for homing limit	Unsigned8	rw		
0x2311		Digital input status	ARRAY			Zustand der digitalen Eingänge
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Input status	Unsigned8	ro	ja	
	2	Input level	Unsigned8	ro	ja	
0x2313		Analog input status	ARRAY			Analoge Eingangsspannungen [mV]
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Inp. 1 ADC value	Integer16	ro	ja	
	3	Inp. 3 ADC value	Integer16	ro	ja	
	4	Inp. 4 ADC value	Integer16	ro	ja	(nur MCDC)
	5	Inp. 5 ADC value	Integer16	ro	ja	(nur MCDC)
0x2314		Analog input status raw	ARRAY			Analoge Eingangsspannungen in Digits
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Inp. 1 ADC value raw	Integer16	ro	ja	
	2	Inp. 2 ADC value raw	Integer16	ro	ja	
	3	Inp. 3 ADC value raw	Integer16	ro	ja	
	4	Inp. 4 ADC value raw	Integer16	ro	ja	
	5	Inp. 5 ADC value raw	Integer16	ro	ja	
	6	Inp. 6 ADC value raw	Integer16	ro	ja	
	7	Inp. 7 ADC value raw	Integer16	ro	ja	
	8	Inp. 8 ADC value raw	Integer16	ro	ja	
0x2315		Fault-pin settings	ARRAY			Einstellung des Fault-Pins
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Fault-pin function	Unsigned8	rw		
	3	Digital output status	Unsigned8	rw/ro *)	ja	
0x2316		Input threshold level	Unsigned8	rw		Schaltpegel der digitalen Eingänge
0x2320		FAULHABER fault register	Unsigned16	ro	ja	FAULHABER Fehlerregister
0x2321		Error mask	ARRAY			Fehlermasken
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Emergency mask	Unsigned16	rw		
	2	Fault mask	Unsigned16	rw		
	3	Errout mask	Unsigned16	rw		
0x2322		Error handling	ARRAY			Fehlerbehandlung
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Error delay	Unsigned16	rw		
	2	Deviation	Unsigned16	rw		
0x2323		Device status	ARRAY			Aktueller Gerätestatus
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Housing temperature	Unsigned16	ro	ja	
	2	Internal temperature	Unsigned16	ro	ja	
	3	Max. temperature limit	Unsigned16	ro		
	4	Min. temperature limit	Unsigned16	ro		
0x2330		Filter settings	ARRAY			Filter Parameter
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Sampling rate	Unsigned16	rw		
	2	Gain scheduling	Unsigned16	rw		
0x2331		Velocity control parameter set	ARRAY			Drehzahlreglerparameter
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Proportional term POR	Unsigned16	rw	ja	
	2	Integral term I	Unsigned16	rw	ja	
0x2332		Position control parameter set	ARRAY			Lagereglerparameter
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Proportional term PP	Unsigned16	rw	ja	
	2	Derivative term PD	Unsigned16	rw	ja	
0x2333		Current control param. set	ARRAY			Stromreglerparameter
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Continuous current limit	Unsigned16	rw	ja	
	2	Peak current limit	Unsigned16	rw	ja	
	3	Integral term CI	Unsigned16	rw	ja	
0x2334		Actual current limit	Unsigned16	ro	ja	Aktuelle Strombegrenzung

*) Abhängig von der Konfiguration des Motion Controllers

3 CANopen Protokollbeschreibung

3.7 Einträge im Objektverzeichnis

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Map	Bedeutung
0x2338		General settings	ARRAY			Allgemeine Controller-Einstellungen
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Pure sinus commutation	Unsigned16	rw		(nicht MCDC)
	2	Activate position limits in velocity mode	Unsigned16	rw		
	3	Activate position limits in position mode	Unsigned16	rw		
0x2350		Motor data	RECORD			Motordaten
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Speed constant KN	Unsigned16	rw		
	2	Terminal resistance RM	Unsigned32	rw		
	3	Pole number	Unsigned16	rw		(nicht MCDC)
	5	Thermal time constant TW1	Unsigned16	rw		
0x2351		Encoder data	RECORD			Encoderdaten
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Sensor type	Unsigned8	rw		
	2	Resolution external encoder	Unsigned32	rw		
	3	Resolution internal encoder	Unsigned32	ro		
0x2361		Velocity actual value unfiltered	Integer16	ro	ja	Istdrehzahl ungefiltert
0x2400		Baudrate set	Unsigned8	ro		Eingestellte Baudrate
0x2562		Position demand internal value	Integer32	ro	ja	Letzte Sollposition in internen Einheiten
0x257A		Target position internal value	Integer32	rw	ja	Sollposition in Inkrementen
0x257B		Position range limit internal value	ARRAY			Interne Positionsgrenzen in Inkrementen
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Min. position range limit	Integer32	ro	ja	
	2	Max. position range limit	Integer32	ro	ja	
0x257D		Software position limit internal value	ARRAY			Positionsgrenzen in Inkrementen
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Minimum position limit	Integer32	rw	ja	
	2	Maximum position limit	Integer32	rw	ja	

*) Abhängig von der Konfiguration des Motion Controllers

3 CANopen Protokollbeschreibung

3.7 Einträge im Objektverzeichnis

c.) Objekte des Antriebsprofils nach CiA DSP402:

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Map	Bedeutung
0x6040		Controlword	Unsigned16	rw	ja	Antriebssteuerung
0x6041		Statusword	Unsigned16	ro	ja	Statusanzeige
0x6060		Modes of operation	Integer8	rw	ja	Umschalten der Betriebsart
0x6061		Modes of operation display	Integer8	ro	ja	Eingestellte Betriebsart
0x6062		Position demand value	Integer32	ro	ja	Letzte Sollposition skaliert
0x6063		Position actual internal value	Integer32	ro	ja	Istposition in Inkrementen
0x6064		Position actual value	Integer32	ro	ja	Istposition skaliert
0x6067		Position window	Unsigned32	rw	ja	Zielpositionsfenster
0x6068		Position window time	Unsigned16	rw	ja	Zeit im Zielpositionsfenster
0x606B		Velocity demand value	Integer32	ro	ja	Solldrehzahl
0x606C		Velocity actual value	Integer32	ro	ja	Aktueller Drehzahlwert
0x606D		Velocity window	Unsigned16	rw	ja	Enddrehzahlfenster
0x606E		Velocity window time	Unsigned16	rw	ja	Zeit im Enddrehzahlfenster
0x606F		Velocity threshold	Unsigned16	rw	ja	Drehzahlschwellwert
0x6070		Velocity threshold time	Unsigned16	rw	ja	Drehzahlschwellwertzeit
0x6078		Current actual value	Unsigned16	ro	ja	Stromwert
0x607A		Target position	Integer32	rw	ja	Sollposition
0x607B		Position range limit	ARRAY			Maximale Bereichsgrenzen
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Min. position range limit	Integer32	rw		
	2	Max. position range limit	Integer32	rw		
0x607C		Homing offset	Integer32	rw	ja	Referenzpunktverschiebung
0x607D		Software position limit	ARRAY			Eingestellte Bereichsgrenzen
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Min. position limit	Integer32	rw	ja	
	2	Max. position limit	Integer32	rw	ja	
0x607E		Polarity	Unsigned8	rw	ja	Polarität (Drehrichtung)
0x607F		Max profile velocity	Unsigned32	rw	ja	Max. zugelassene Drehzahl
0x6081		Profile velocity	unsigned32	rw	ja	Maximaldrehzahl im Betrieb
0x6083		Profile acceleration	Unsigned32	rw	ja	Beschleunigungswert
0x6084		Profile deceleration	Unsigned32	rw	ja	Bremsrampenwert
0x6085		Quick stop deceleration	Unsigned32	rw	ja	Quick Stop Bremsrampenwert
0x608F		Position encoder resolution	ARRAY			Encoderauflösung für Faktorum-rechnung
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Encoder increments	Unsigned32	ro		
	2	Motor revolutions	Unsigned32	ro		
0x6091		Gear ratio	ARRAY			Getriebe Umrechnungsfaktor
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Motor revolutions	Unsigned32	rw		
	2	Shaft revolutions	Unsigned32	rw		
0x6092		Feed constant	ARRAY			Vorschub Umrechnungsfaktor
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Feed	Unsigned32	rw		
	2	Shaft revolutions	Unsigned32	rw		
0x6093		Position factor	ARRAY			Positions Umrechnungsfaktor
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Position factor numerator	Unsigned32	ro		
	2	Position factor divisor	Unsigned32	ro		
0x6098		Homing method	Integer8	rw	ja	Homingverfahren
0x6099		Homing speed	ARRAY			Homing-Drehzahl
	0	Number of entries	Unsigned8	ro		
	1	Switch seek velocity	Unsigned32	rw	ja	
	2	Homing velocity	Unsigned32	rw	ja	
0x609A		Homing acceleration	Unsigned32	rw	ja	Homing-Beschleunigung
0x60FA		Control effort	Integer32	ro	ja	Reglerausgang
0x60FD		Digital inputs	Unsigned32	ro	ja	Zustand digitaler Eingänge
0x60FF		Target velocity	Integer32	rw	ja	Solldrehzahl
0x6502		Supported drive modes	Unsigned32	ro	ja	Unterstützte Betriebsarten

Ein "ja" in der Spalte "Map" gibt an, dass für dieses Objekt PDO-Mapping unterstützt wird (siehe Kapitel 3.2 "PDOs (Prozessdatenobjekte)").

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Objekte finden Sie im Kapitel 6 "Parameterbeschreibung".

4 Funktionsbeschreibung

Wegweiser

Device Control Seite 37

Profile Position Mode und Position Control Function Seite 45

Homing Mode Seite 50

Profile Velocity Mode Seite 54

Antriebsdaten Seite 57

Das CANopen Geräteprofil für Antriebe und Motion Control Anwendungen (CiA 402) der CANopen Nutzerorganisation CAN in Automation (CiA) setzt auf der allgemeinen CANopen Protokollbeschreibung CiA 301 wie in Kapitel 4 beschrieben auf.

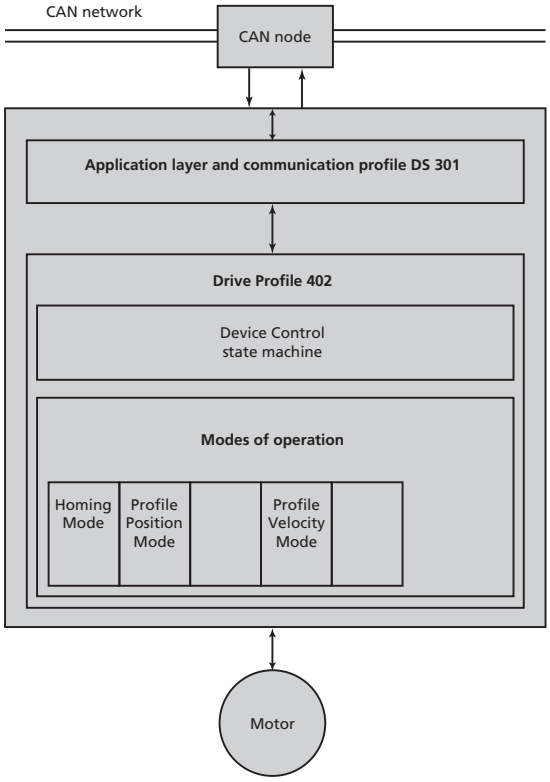
Die Kommunikation mit dem Antrieb erfolgt über die dort beschriebenen Mechanismen. Bevor der Antrieb angesprochen werden kann, muss die Baudrate eingestellt und dem CANopen Knoten eine Knotennummer zugewiesen sein. Außerdem muss der zugrunde liegende CANopen Knoten über das Netzwerkmanagement (NMT) aktiviert sein (siehe Kapitel 3.6 "NMT (Netzwerkmanagement)").

4 Funktionsbeschreibung

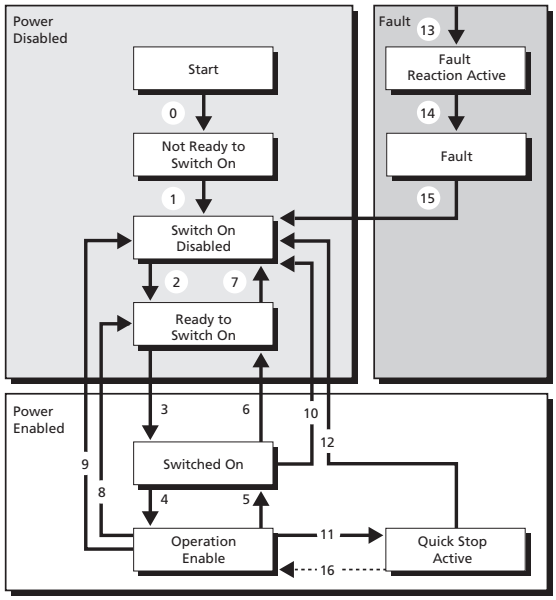
4.1 Device Control

FAULHABER Motion Control Systeme unterstützen aus dem Profil CiA 402 „Device Control“ sowie die Betriebsarten „Profile Position Mode“, „Profile Velocity Mode“ und „Homing Mode“.

4.1.1 Statemachine des Antriebs



Das Antriebsverhalten wird in CANopen über eine Statemachine abgebildet. Die Zustände können über das Controlword gesteuert und über das Statusword angezeigt werden:



Nach dem Einschalten und der erfolgreich durchgeführten Initialisierung befindet sich der FAULHABER Antrieb sofort im Zustand „Switch On Disabled“. Die Übergänge 0 und 1 werden dabei autonom durchlaufen.

Eine Zustandsänderung innerhalb der Statemachine des Antriebs nach CiA 402 kann erst vorgenommen werden, wenn sich der zugrunde liegende CANopen Knoten im Zustand „Operational” befindet (siehe Kapitel 3.6 "NMT (Netzwerkmanagement)").

Das Kommando „Shutdown” bringt den Antrieb in den Zustand „Ready to Switch On” (Übergang 2).

Das Kommando „Switch On” schaltet dann die Leistungsstufe ein. Der Antrieb ist nun enabled und befindet sich im Zustand „Switched On” (Übergang 3).

Das Kommando „Enable Operation” bringt den Antrieb in den Zustand „Operation Enabled”, die normale Betriebsart des Antriebs (Übergang 4). Das Kommando „Disable Operation” bringt den Antrieb wieder in den Zustand „Switched On” und dient z. B. zum Abbruch einer laufenden Operation (Übergang 5).

4 Funktionsbeschreibung

4.1 Device Control

Die in der Abbildung eingezeichneten Zustandsänderungen werden durch folgende Kommandos ausgeführt:

Kommando	Übergänge
Shutdown	2, 6, 8
Switch on	3
Disable voltage	7, 9, 10, 12
Quick stop	7, 10, 11
Disable operation	5
Enable operation	4, 16
Fault reset	15

Controlword (0x6040)

Die Kommandos zur Ausführung von Zustandsänderungen werden durch Kombinationen der Bits 0 – 3 im Controlword ausgeführt. Das Controlword befindet sich im Objektverzeichnis unter Index 0x6040 und wird in der Regel mit PDO1 übertragen.

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x6040	0	Controlword	Unsigned16	rw		Antriebssteuerung

Die Bits im Controlword haben folgende Bedeutung:

Bit	Funktion	Kommandos für Device Control Statemachine						
		Shut-down	Switch on	Disable voltage	Quick stop	Disable operation	Enable operation	Fault reset
0	Switch on	0	1	X	X	1	1	X
1	Enable voltage	1	1	0	1	1	1	X
2	Quick stop	1	1	X	0	1	1	X
3	Enable operation	X	0	X	X	0	1	X
4	New set-point/homing operation start							
5	Change set immediately							
6	abs/rel							
7	Fault reset							0->1
8	Halt							
9	0							
10	0							
11	0							
12	0							
13	0							
14	0							
15	0							

Bedeutung der weiteren Bits im Controlword:

Funktion	Beschreibung
New set-point	0: Keine neue Zielposition vorgeben 1: Neue Zielposition vorgeben
Change set immediately	Nicht verwendet. Neue Positionieraufträge werden immer sofort gestartet.
abs/rel	0: Target Position ist ein absoluter Wert 1: Target Position ist ein relativer Wert
Fault reset	0->1: Fehler zurücksetzen
Halt	0: Bewegung kann ausgeführt werden 1: Antrieb stoppen

Die Befehlsfolgen zum Start einer Positionierung, eines Drehzahlregelbetriebs oder einer Homing Sequenz werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

4 Funktionsbeschreibung

4.1 Device Control

Beispiel

Schrittfolge der Transitionen um einen Antrieb in den Zustand Enable Operation zu versetzen:

1. **Shutdown:**
   Controlword = 0x00 06
2. **Switch on:**
   Controlword = 0x00 07
   Der Antrieb befindet sich dann im Zustand „Switched On“. Um Fahrbefehle ausführen zu können muss anschließend noch der Betrieb freigeschaltet werden:
3. **Enable Operation:**
   Controlword = 0x00 0F
   Der Antrieb befindet sich dann im Zustand „Operation Enabled“, in dem er über die entsprechenden Objekte der eingestellten Betriebsart bedient werden kann.

Beipiel

Schrittfolge der Transitionen um einen Antrieb aus dem Fehlerzustand zu holen:

1. **Fault reset:**
   Controlword = 0x00 80
2. **Shutdown:**
   Controlword = 0x00 06
3. **Switch on:**
   Controlword = 0x00 07
   Der Antrieb befindet sich dann im Zustand „Switched On“. Um Fahrbefehle ausführen zu können muss anschließend noch der Betrieb freigeschaltet werden:
4. **Enable Operation:**
   Controlword = 0x00 0F
   Der Antrieb befindet sich dann im Zustand „Operation Enabled“, in dem er über die entsprechenden Objekte der eingestellten Betriebsart bedient werden kann.

HINWEIS

Der aktuelle Zustand der Antriebszustandsmaschine (siehe Kapitel 4.1.1 "Statemachine des Antriebs") kann den Bits 0…6 des Statuswords entnommen werden.

Achtung: Ausgeführt werden können immer nur die im aktuellen Zustand definierten Übergänge!

Quick-Stop:

Der Antrieb wird mit der unter Quick Stop Deceleration (0x6085) angegebenen Bremsrampe heruntergefahren. Im Profile Position Mode hält er anschließend seine aktuelle Position.

Statusword (0x6041)

Der aktuelle Zustand des Antriebs wird in den Bits 0 – 6 des Statusword abgebildet. Bei Zustandsänderungen versendet der FAULHABER Motion Controller in seiner Voreinstellung automatisch alle PDOs, die das Statusword enthalten. Das Statusword befindet sich im Objektverzeichnis unter Index 0x6041.

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x6041	0	Statusword	Unsigned16	ro		Statusanzeige

4 Funktionsbeschreibung

4.1 Device Control

Die Bits des Statuswords haben folgende Bedeutung:

Bit	Funktion	Zustand der Device Control Statemachine							
		Not ready to switch on	Switch on disabled	Ready to switch on	Switched on	Operation enabled	Quick stop active	Fault reaction active	Fault
0	Ready to switch On	0	0	1	1	1	1	1	0
1	Switched on	0	0	0	1	1	1	1	0
2	Operation enabled	0	0	0	0	1	1	1	0
3	Fault	0	0	0	0	0	0	1	1
4	Voltage enabled	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Quick stop	X	X	1	1	1	0	X	X
6	Switch on disabled	0	1	0	0	0	0	0	0
7	Warning								
8	0								
9	Remote								
10	Target reached								
11	Internal limit active								
12	Set-point acknowledge/speed/homing attained								
13	Deviation error								
14	0								
15	0								

Bedeutung der weiteren Bits im Statusword:

Funktion	Beschreibung
Warning	nicht verwendet
Remote	nicht verwendet
Target reached	0: Zielposition bzw. Solldrehzahl noch nicht erreicht 1: Target Position bzw. Target Velocity erreicht. (Halt = 1: Antrieb hat Drehzahl 0 erreicht)
Set-point acknowledge	0: Noch keine neue Sollposition übernommen (Profile Position Mode) 1: Neue Sollposition übernommen
Homing attained	0: Homing-Position noch nicht erkannt 1: Homing-Position erkannt
Speed	0: Drehzahl ungleich 0 (Profile Velocity Mode) 1: Drehzahl 0
Deviation error	0: kein Fehler 1: Fehler

Bit 10 (Target Reached) wird gesetzt, wenn der Antrieb im Profile Position Mode seine Sollposition erreicht hat, oder im Profile Velocity Mode seine Solldrehzahl erreicht hat. Die Vorgabe eines neuen Sollwertes löscht das Bit.

Bit 11 (Internal Limit Active) zeigt das Erreichen einer internen Bereichsgrenze an.

Bit 12 (Setpoint Acknowledge/Speed) wird gesetzt nach Erhalt eines neuen Positionierkommandos (Controlword mit New Set-Point) und zurückgesetzt, wenn New set-point im Controlword zurückgesetzt wurde (Handshake für Positionierkommando). Im Profile Velocity Mode wird das Bit gesetzt bei Drehzahl 0 und zurückgesetzt bei Drehzahl ungleich 0.

HINWEIS

Im Zustand "Fault reaction active" wird der Antrieb mit der in Objekt 0x6084 eingestellten Bremsrampe gestoppt und anschließend wird im Zustand "Fault" versucht die Drehzahl Null zu halten.

4 Funktionsbeschreibung

4.1 Device Control

4.1.2 Auswahl der Betriebsart

Über den Parameter Modes of Operation wird das aktive Antriebsprofil gewählt, über den Eintrag Modes of Operation Display kann die aktuelle Betriebsart zurückgelesen werden.

Modes of Operation (0x6060)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x6060	0	Modes of operation	Integer8	rw	1	Umschalten der Betriebsart

FAULHABER Motion Control Systeme unterstützen folgende Betriebsarten::

1 CiA 402 Profile Position Mode (Positionsregelung)
3 CiA 402 Profile Velocity Mode (Drehzahlregelung)
6 CiA 402 Homing Mode (Referenzfahrt)

Die Betriebsarten entsprechend CiA 402 werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.

Modes of Operation Display (0x6061)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x6061	0	Modes of operation display	Integer8	ro	1	Anzeige der eingestellten Betriebsart

Die eingestellte Betriebsart kann hier abgefragt werde, die Bedeutung der Rückgabewerte entspricht den Werten des Objektes 0x6060.

4 Funktionsbeschreibung

4.2 Factor Group

Über die Objekte der Factor Group können die internen Positionswerte in benutzerdefinierte Einheiten umgerechnet werden. Interne Positionswerte sind angegeben in Inkrementen und abhängig von der Auflösung des verwendeten Encoders.
Benutzerdefinierte Einheiten sind unabhängig von der jeweiligen Encoderauflösung und von angebauten Linear-Untersetzungen.

Aktuelle Position in benutzerdefinierten Einheiten:

$$\text{position actual value} = \frac{\text{position actual internal value} \times \text{feed constant}}{\text{position encoder resolution} \times \text{gear ratio}}$$

Getriebeverhältnis zwischen Umdrehungen am Motor und am Abtrieb:

$$\text{gear ratio} = \frac{\text{motor revolutions}}{\text{shaft revolutions}}$$

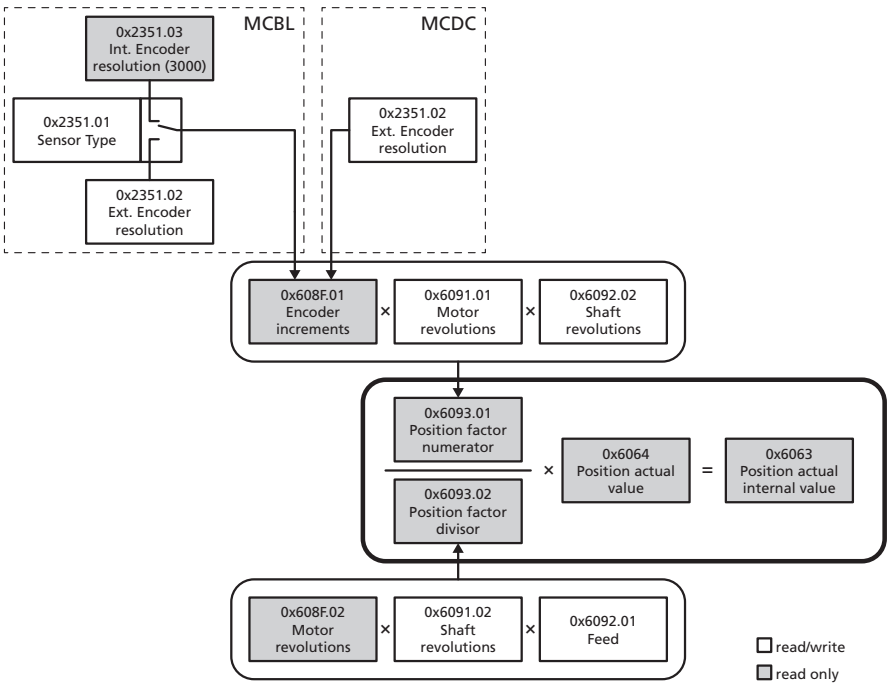
Vorschubeinheiten pro Umdrehungen am Motor und am Abtrieb:

$$\text{feed constant} = \frac{\text{feed}}{\text{shaft revolutions}}$$

Encoder Auflösung:

$$\text{position encoder resolution} = \frac{\text{encoder increments}}{\text{motor revolutions}}$$

Im nachfolgend angegebenen Schaubild ist die Umrechnung von Benutzereinheiten in interne Einheiten über die Parameter des Objekts Position Factor (0x6093) angegeben. Position Factor zeigt dabei nur einen Zwischenwert an, der aus den Parametern der Objekte Position Encoder Resolution (0x608F), Gear Ratio (0x6091) und Feed Constant (0x6092) berechnet wird. Position Encoder Resolution zeigt dabei ebenfalls nur einen Zwischenwert an, der je nach ausgewähltem Sensortyp über das Objekt Encoder Data (0x2351) die jeweilige Encoder-Auflösung enthält.



4 Funktionsbeschreibung

4.2 Factor Group

Bei der Einstellung der Umrechnungsfaktoren ist darauf zu achten, dass die resultierende Auflösung noch groß genug ist. Die maximale Auflösung mit Benutzereinheiten erhält man bei Gear Ratio = 1 und Feed Constant = Encoder Resolution.
Weiter ist zu beachten, dass der Zähler des Position Factor immer kleiner als 2×10^9 ist.

Da aus den einzelnen Umrechnungsfaktoren Zähler und Nenner des eigentlichen Position Factors berechnet wird, kann es bei der Übertragung zu einem Zahlenüberlauf kommen, der durch den SDO-Fehler 0x06040047 gemeldet wird. Dieser Fehler kann auch beim Umschalten des Sensortyps oder beim Ändern der Encoderauflösung auftreten.
Wenn bei Folgeberechnungen ein Überlauf auftritt, wird das Emergency-Telegramm 0xFF01 verschickt und im FAULHABER Fehlerregister Bit 11 (Conversion overflow) gesetzt. Gibt es nach Korrektur der Faktoren keinen Umrechnungsfehler mehr, wird der Fehler gelöscht und das Emergency-Telegramm 0x0000 verschickt.

HINWEIS

Der Motion Controller verwaltet seine Positionsparameter grundsätzlich in internen Einheiten. Erst beim Beschreiben oder Auslesen werden diese mit Hilfe des Position Factors umgerechnet.
Aus diesem Grund sollte die Factor Group vor der allerersten Parametrisierung eingestellt und dann möglichst nicht mehr verändert werden!

Position Encoder Resolution (0x608F)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x608F	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	Encoder increments	Unsigned32	ro	3000 / 2048 *)	Positionsauflösung des eingestellten Sensors
	2	Motor revolutions	Unsigned32	ro	1	Anzahl der Motorumdrehungen bei der in Subindex 1 genannten Impulszahl

*) BL-Controller / MCDC (MCBL-AES: 4096)

Gear Ratio (0x6091)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x6091	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	Motor revolutions	Unsigned32	rw	1	Anzahl Motorumdrehungen
	2	Shaft revolutions	Unsigned32	rw	1	Anzahl Umdrehungen der Abtriebswelle

Feed Constant (0x6092)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x6092	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	Feed	Unsigned32	rw	3000 / 2048 *)	Vorschub in Benutzereinheiten
	2	Shaft revolutions	Unsigned32	rw	1	Anzahl Umdrehungen der Abtriebswelle

*) BL-Controller / MCDC (MCBL-AES: 4096)

Bei Auslieferung sind die Benutzereinheiten entsprechend der Encoderauflösung eingestellt, d. h. Positionierungen erfolgen in internen Einheiten. Bei den bürstenlos Controllern sind das 3 000 Inkr./Umdr., beim MCDC 2 048 Inkr./Umdr. und beim MCBL-AES: 4096 Inkr./Umdr.

4 Funktionsbeschreibung

4.2 Factor Group

HINWEIS

Wenn Sie eine andere Encoderauflösung einstellen und nach wie vor die maximale interne Auflösung beibehalten wollen, stellen Sie Feed Constant auf die selbe Auflösung, andernfalls bleiben die voreingestellten Benutzereinheiten erhalten.

Beispiel Benutzereinheiten in WInkelgrad:

Stellen Sie Feed Constant auf 360 pro Umdrehung ein, um eine 1°-Auflösung zu erhalten.

Position Factor (0x6093)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x6093	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	Position factor numerator	Unsigned32	ro	1	Zähler des Positionsfaktors
	2	Position factor divisor	Unsigned32	ro	1	Nenner des Positionsfaktors

Dieses Objekt dient nur zur Anzeige des über Gear Ratio (0x6091), Feed Constant (0x6092) und Position Encoder Resolution (0x608F) eingestellten Umrechnungsfaktors.

Polarity (0x607E)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x607E	0	Polarity	Unsigned8	rw	0	Drehrichtung

Über dieses Objekt kann die Drehrichtung global geändert werden, d. h. Vorgabe- und Istwerte für Position bzw. Drehzahl werden mit –1 multipliziert:

Bit 7 = 1 ➔ negative Drehrichtung im Positionierbetrieb

Bit 6 = 1 ➔ negative Drehrichtung im Drehzahlbetrieb

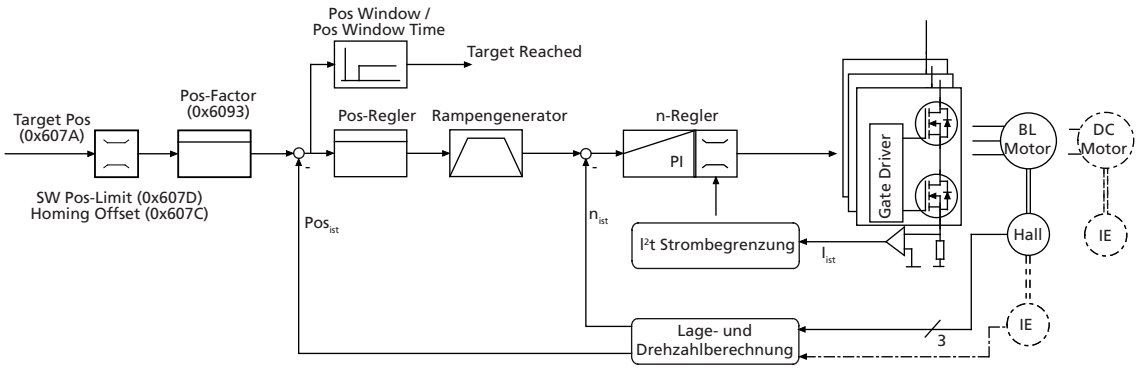
HINWEIS

Die Änderung des Position Factors und der Polarity hat Einfluss auf die eingestellten Werte für Position Range Limit (0x607B), Software Position Limit (0x607D), Position Window (0x6067) und Homing Offset (0x607C), die sich entsprechend mit ändern.
Diese Werte müssen anschließend nochmals kontrolliert und gegebenenfalls angepasst werden!
Bei negativer Polarity ist zusätzlich zu beachten, dass das Vorzeichen der Limits sich mit ändert und dadurch das Minimum Limit größer als das Maximum Limit wird!

4 Funktionsbeschreibung

4.3 Profile Position Mode und Position Control Function

Reglerstruktur bei Positionsregelung im Profile Position Mode



Betriebsart im Überblick

Im Profile Position Mode positioniert der Antrieb auf die übergebene Zielposition.

Damit der Antrieb im Profile Position Mode betrieben werden kann, muss diese Betriebsart im Parameter Modes of Operation (0x6060) eingestellt sein. Außerdem muss sich der Antrieb über seine Zustandsmaschine im Zustand Operation Enabled befinden.

Nach dem Einschalten muss in der Regel eine Referenzfahrt über den Homing Mode ausgeführt werden, um den Positionswert am Homing-Endschalter abzunullen (siehe Kapitel 4.4 "Homing Mode").

Ein Positionssollwert wird über das Objekt Target Position (0x607A) vorgegeben. Der Positioniervorgang wird durch einen Wechsel von 0 auf 1 des Bit 4 (New Set-point) im Controlword gestartet. Über Bit 6 im Controlword kann zusätzlich vorgegeben werden, ob der Sollwert absolut oder relativ interpretiert werden soll.

Voraussetzung für den Betrieb im Profile Position Mode sind korrekt eingestellte Drehzahl- und Positionsregler.

Für den Bewegungsbereich können zusätzlich zum Sollwert über das Objekt Software Position Limit (0x607D) Bereichsgrenzen vorgegeben werden. Diese Bereichsgrenzen sind standardmäßig aktiviert, können aber über das Objekt General Settings (0x2338) deaktiviert werden.

Die eingestellten Maximalwerte für Beschleunigung, Bremsrampe und Geschwindigkeit werden zusätzlich berücksichtigt.

Benachrichtigung der übergeordneten Steuerung

Das Erreichen der Zielposition wird über das Bit 10 „Target Reached“ im Statusword des Antriebs signalisiert. Falls der Übertragungstyp für das jeweilige PDO auf 255 eingestellt ist, wird das PDO asynchron, getriggert durch den Zustandswechsel übertragen.

4 Funktionsbeschreibung

4.3 Profile Position Mode und Position Control Function

Grundeinstellungen

Für den Positionsregler kann über das Objekt Position Control Parameter Set (0x2332) die Proportionalverstärkung und ein differentieller Anteil eingestellt werden.

Relativ zur Referenzposition können Grenzen des Positionierbereichs über das Objekt Software Position Limit (0x607D) vorgegeben werden.

Über das Objekt Position Window (0x6067) kann ein Fenster um die Zielposition definiert werden. Die Zielposition wird über Bit 10 (Target Reached) im Statusword als erreicht signalisiert, wenn die Istposition mindestens für die im Objekt Position Window Time(0x6068) angegebene Zeit im Position Window verweilt.

Software Position Limit (0x607D)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x607D	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	Min position limit	Integer32	rw	$-1{,}8 \cdot 10^9$	Untere Positionier-Bereichs-grenze
	2	Max position limit	Integer32	rw	$+1{,}8 \cdot 10^9$	Obere Positionier-Bereichs-grenze

Die Positionierbereichsgrenzen werden in benutzerdefinierten Einheiten vorgegeben und über die Objekte der Factor Group in die interne Darstellung umgerechnet.

Position Control ParameterSet (0x2332)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x2332	0	Number of entries	Unsigned16	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	Proportional term PP	Unsigned16	rw	*)	Lageregler P-Anteil
	2	Derivative term PD	Unsigned16	rw	*)	Lageregler D-Anteil

*) Abhängig von der Ausliefer-Konfiguration des Motion Controllers

Position Window (0x6067)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x6067	0	Position window	Unsigned32	rw	20	Zielpositionsfenster

Symmetrischer Bereich um die Sollposition, der für die Meldung „Target Reached“ verwendet wird. Die Vorgabe erfolgt in benutzerdefinierten Einheiten, entsprechend des angegebenen Position Factors.

Position Window Time (0x6068)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x6068	0	Position window time	Unsigned16	rw	200	Zeit im Zielpositionsfenster

Wenn der Antrieb mindestens die hier eingestellte Zeit in Millisekunden im Bereich des Position Window verweilt, wird das Bit 10 im Statusword (Target Reached) gesetzt.

4 Funktionsbeschreibung

4.3 Profile Position Mode und Position Control Function

Abfrage aktueller Werte / Position Control Function

Die letzte Sollposition kann über das Objekt Position Demand Value auf Index 0x6062 in benutzerdefinierten Einheiten zurück gelesen werden.

Die aktuelle Position kann über das Objekt Position Actual Value auf Index 0x6063 in internen Einheiten bzw. über Index 0x6064 in benutzerdefinierten Einheiten zurück gelesen werden. Die Beschreibung der Objekte findet sich im Kapitel 6.3 "Objekte des Antriebsprofils CiA 402".

Zusätzliche Einstellungen

Inkrementalencoder als Positionsgeber

Für BL-Motoren wird die Position per Default über die analogen Hallensoren mit einer Auflösung von 3 000 Inkrementen pro Umdrehung ausgewertet.
Alternativ kann auch bei BL-Motoren im Profile Position Mode mit einem Inkrementalgeber als Positionsgeber gearbeitet werden. Der Sensortyp und die Auflösung des externen Encoders werden über das Objekt 0x2351 eingestellt. Bei DC-Motoren wird die Position immer über einen Inkrementalencoder erfasst.

Rampengenerator

Der Ausgang des Positionsreglers wird zusätzlich über einen Rampengenerator auf die zulässigen Beschleunigungs- und Bremswerte, sowie die maximale Geschwindigkeit begrenzt.

Unterstützt wird ausschließlich ein Trapezprofil mit linearen Geschwindigkeitsrampen.

Profile Velocity (0x6081) und Max Profile Velocity (0x607F)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x6081	0	Profile velocity	Unsigned32	rw	*)	Maximaldrehzahl
0x607F	0	Max profile velocity	Unsigned32	rw	*)	Maximaldrehzahl

*) Abhängig von der Ausliefer-Konfiguration des Motion Controllers

Maximale Drehzahl und maximal erlaubte Drehzahl während einer Positionierung. Die Vorgabe erfolgt in rpm.

Profile Acceleration (0x6083) und Profile Deceleration (0x6084)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x6083	0	Profile acceleration	Unsigned32	rw	30 000	Maximale Beschleunigung
0x6084	0	Profile deceleration	Unsigned32	rw	30 000	Maximale Verzögerung

Beschleunigungs- und Bremswert. Die Vorgabe erfolgt in 1/s².

Quick Stop Decelaration (0x6085)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x6085	0	Quick stop deceleration	Unsigned32	rw	30 000	Bremsrampenwert bei Quick Stop

Bremsrampe bei Schnellstopp. Die Vorgabe erfolgt in 1/s².

4 Funktionsbeschreibung

4.3 Profile Position Mode und Position Control Function

Drehzahlregler / Strombegrenzung

Für den unterlagerten Drehzahlregler können die Reglerparameter ebenfalls angepasst werden (Objekt 0x2331). Zusätzlich kann der Antrieb über die Spitzen- und Dauerstrombegrenzungswerte (Objekt 0x2333) vor Überlastung geschützt werden (siehe Kapitel 4.5 "Profile Velocity Mode").

Befehle zur Bewegungssteuerung

Ein Positionssollwert wird über das Objekt Target Position (0x607A) vorgegeben. Der Positioniervorgang wird durch einen Wechsel von 0 auf 1 des Bit 4 (New Set-point) im Controlword gestartet. Über Bit 6 im Controlword kann zusätzlich vorgegeben werden, ob der Sollwert absolut oder relativ interpretiert werden soll.

Target Position (0x607A)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x607A	0	Target position	Integer32	rw	0	Sollposition

Die Sollpostion wird in benutzerdefinierten Einheiten vorgegeben und über die Objekte der Factor Group in die interne Darstellung umgerechnet.

Die Übernahme einer neuen Sollposition wird vom Antrieb über das Statusword mit gesetztem Bit 12 (Set-point Acknowledge) quittiert. Das Erreichen der Sollposition meldet der Antrieb über das Statusword mit gesetztem Bit 10 (Target Reached). „Target Reached" bleibt solange gesetzt, bis eine neue Positionierung gestartet wird oder die Endstufe abgeschaltet wird.

Wenn während einer Positionierung ein neuer Sollwert vorgegeben wird (New Set-point), wird dieser sofort übernommen und die neue Sollposition wird angefahren. Auf diese Weise können kontinuierliche Bewegungsprofile abgefahren werden, ohne dass der Antrieb zwischendurch auf Drehzahl 0 abgebremst werden muss.

Vor der erneuten Ausführung einer Positionierung muss Bit 4 im Controlword immer zurückgesetzt werden, was vom Antrieb mit zurückgesetztem Bit 12 im Statusword quittiert wird.

Ein Statusword mit zurückgesetztem Bit 12 (Set-point Acknowledge = 0) signalisiert die Bereitschaft zur Entgegennahme eines neuen Positionierauftrags.

4 Funktionsbeschreibung

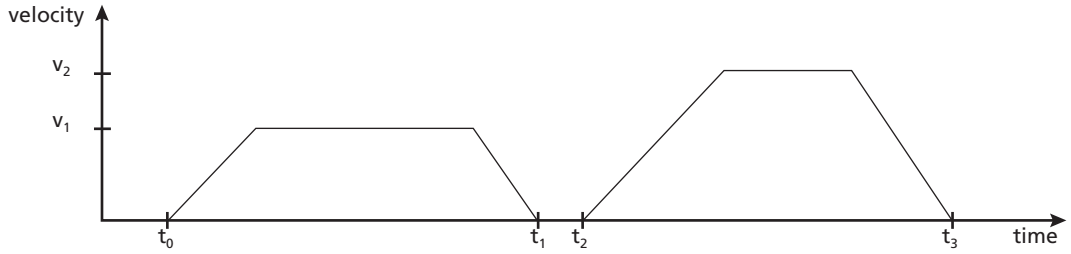
4.3 Profile Position Mode und Position Control Function

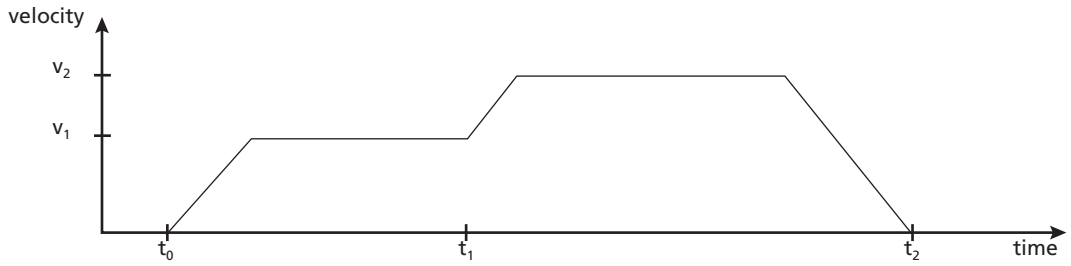
Ablauf bei Positionierungen:

Voraussetzung: NMT-Zustand „Operational“, Antriebszustand „Operation Enabled“ und Modes of Operation (0x6060) auf Profile Position Mode (1) gesetzt.

1. Target Position (0x607A) auf den gewünschten Wert für die Sollposition setzen.
2. Im Controlword Bit 4 (New Set-point) auf „1“ setzen und Bit 6 (abs/rel) je nachdem, ob absolute oder relative Positionierung gewünscht.
3. Antrieb antwortet mit Bit 12 (Set-point Acknowledge) im Statusword gesetzt und startet die Positionierung.
4. Controlword Bit 4 kann jetzt wieder zurückgesetzt werden, was mit einem zurückgesetzten Bit 12 im Statuswort quittiert wird.

   Sobald Bit 12 im Statusword zurückgesetzt ist, kann eine neue Positionierung durch Zustandsänderung des Bits 4 (New Set-point) im Controlword von "0" auf "1" gestartet werden. Positionieraufträge werden immer sofort ausgeführt (Change set immediately). Der Anwender muss entscheiden, ob auf das Erreichen der Zielposition gewartet oder eine laufende Positionierung mit einem neuen Sollwert aktualisiert werden soll.
5. Das Erreichen der Sollposition meldet der Antrieb über das Statusword mit gesetztem Bit 10 (Target Reached).





HINWEIS

Bei relativen Positionierungen wird die neue Sollposition zur letzten Sollposition hinzuaddiert.

4 Funktionsbeschreibung

4.4 Homing Mode

Die Objekte dieses Bereichs stehen für den Homing Modus zur Verfügung. Nach dem Einschalten muss in der Regel eine Referenzfahrt (Homing) ausgeführt werden, um den Positionswert am Homing-Endschalter abzunullen. Welche Eingänge als Homing-Endschalter verwendet werden sollen, kann über das Objekt 0x2310 eingestellt werden (siehe Kapitel 4.7.1 "Endschalteranschlüsse und Schaltpegel").

Homing Offset (0x607C)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x607C	0	Homing offset	Integer32	rw	0	Nullpunktverschiebung von der Referenzposition

Homing Method (0x6098)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x6098	0	Homing method	Integer8	rw	20	Homingverfahren

Unterstützt werden folgende in DSP402 definierten Homing Methoden:

1 bis 14: Homing mit Indeximpuls (falls vorhanden)

17 bis 30: Homing ohne Indeximpuls

33, 34: Homing am Indeximpuls (falls vorhanden)

35: Homing an der aktuellen Position

HINWEIS

Endschalter begrenzen den Bewegungsbereich (Negative/Positive Limit Switch), können aber auch gleichzeitig als Referenzschalter für die Null-Position verwendet werden. Ein Homing-Schalter ist ein eigener Referenzschalter für die Null-Position.

Methode 1 und 17

Homing am unteren Endschalter (Negative Limit Switch)

Wenn der Endschalter inaktiv ist, fährt der Antrieb zunächst in Richtung des unteren Endschalters, bis dessen positive Flanke erkannt wurde. Ist der Endschalter aktiv, fährt der Antrieb nach oben aus dem Endschalter heraus, bis die negative Flanke erkannt wurde. Bei Methode 1 wird dann noch auf den nächsten Indeximpuls weiter gefahren, an dem die Home-Position gesetzt wird.

Methode 2 und 18

Homing am oberen Endschalter (Positive Limit Switch)

Wenn der Endschalter inaktiv ist, fährt der Antrieb zunächst in Richtung des oberen Endschalters, bis dessen positive Flanke erkannt wurde. Ist der Endschalter aktiv, fährt der Antrieb nach unten aus dem Endschalter heraus, bis die negative Flanke erkannt wurde. Bei Methode 2 wird dann noch auf den nächsten Indeximpuls weiter gefahren, an dem die Home-Position gesetzt wird.

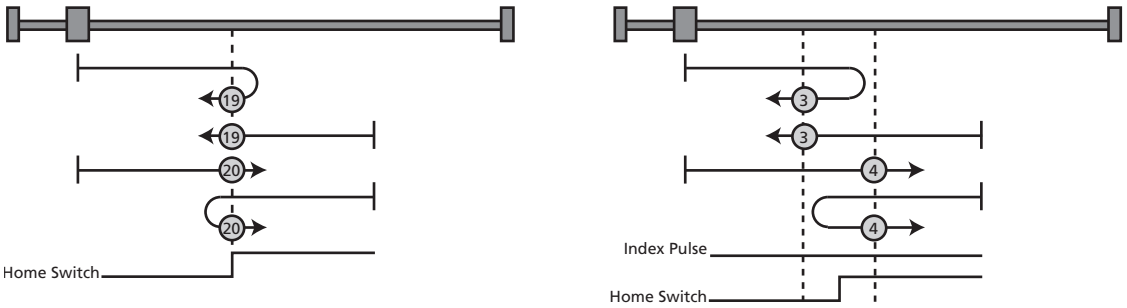
4 Funktionsbeschreibung

4.4 Homing Mode

Methode 3, 4 und 19, 20

Homing an einem positiven Homing-Schalter (Positive Home Switch)

Je nachdem, welchen Zustand der Homing-Schalter hat, fährt der Antrieb entweder in die eine oder die andere Richtung bis zur fallenden (3, 19) oder steigenden (4, 20) Flanke. Dabei gibt es in Richtung des oberen Endschalters nur eine steigende Flanke des Homing-Schalters. Die Polarität des verwendeten Homing-Schalters wird hier gleichzeitig auf 1 (steigende Flanke) gesetzt, unabhängig von der ursprünglichen Einstellung im Parameter Polarity des Objekts 0x2310.



Methode 5, 6 und 21, 22

Homing an einem negativen Homing-Schalter (Negative Home Switch)

Je nachdem, welchen Zustand der Homing-Switch hat, fährt der Antrieb entweder in die eine oder die andere Richtung bis zur fallenden (5, 21) oder steigenden (6, 22) Flanke. Dabei gibt es in Richtung des oberen Endschalters nur eine fallende Flanke des Homing-Schalters. Die Polarität des verwendeten Homing-Schalters wird hier gleichzeitig auf 0 (fallende Flanke) gesetzt, unabhängig von der ursprünglichen Einstellung im Parameter Polarity des Objekts 0x2310.

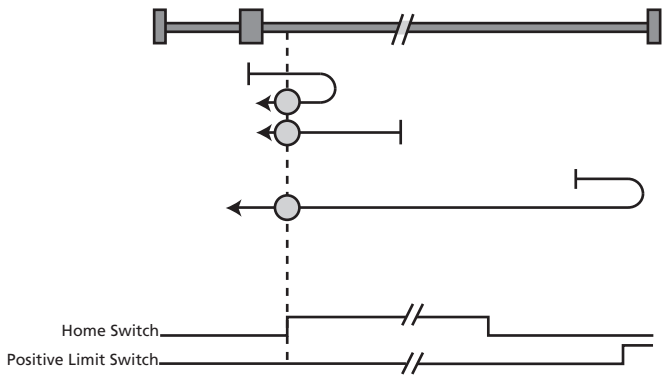
Methode 7 bis 14 und 23 bis 30

Homing am Homing-Schalter (Home Switch)

Diese Methoden verwenden einen Endschalter, der nur in einem bestimmten Bereich des Weges aktiv ist. Dabei wird unterschieden wie auf die beiden Flanken reagiert werden soll.

Bei den Methoden 7 bis 14 wird nach Detektion der Flanke bis zum Index-Impuls weitergefahren, an dem die Homing-Position dann gesetzt wird.

Methode 7 und 23: Homing an fallender Flanke unten.
Start in positiver Richtung, wenn Schalter inaktiv.



4 Funktionsbeschreibung

4.4 Homing Mode

Methode 8 und 24: Homing an steigender Flanke unten.
Start in positiver Richtung, wenn Schalter inaktiv.

Methode 9 und 25: Homing an steigender Flanke oben.
Start immer in positiver Richtung.

Methode 10 und 26: Homing an fallender Flanke oben.
Start immer in positiver Richtung.

Methode 11 und 27: Homing an fallender Flanke oben.
Start in negativer Richtung, wenn Schalter inaktiv.

Methode 12 und 28: Homing an steigender Flanke oben.
Start in negativer Richtung, wenn Schalter inaktiv.

Methode 13 und 29: Homing an steigender Flanke unten.
Start immer in negativer Richtung.

Methode 14 und 30: Homing an fallender Flanke unten.
Start immer in negativer Richtung.

Methode 33 und 34

Homing am Index-Impuls

Antrieb fährt in negativer (33) oder positiver (34) Richtung bis zum Indeximpuls.

Methode 35

Der Positionszähler wird an der aktuellen Position abgenullt.

HINWEIS

Endschalter und Homing-Schalter werden im Drehzahlmodus angefahren, ein Index-Impuls im Positioniermodus. Dabei werden die eingestellten Bereichsgrenzen (0x607D), sofern für die jeweilige Betriebsart aktiviert (0x2338), berücksichtigt.

4 Funktionsbeschreibung

4.4 Homing Mode

Homing Speed (0x6099)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x6099	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	Switch seek velocity	Unsigned32	rw	400	Drehzahl bei Schaltersuche
	2	Homing velocity	Unsigned32	rw	100	Drehzahl beim Nullpunkt anfahren

Die Vorgaben erfolgen in rpm.

Homing Acceleration (0x609A)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x609A	0	Homing acceleration	Unsigned32	rw	50	Beschleunigung bei der Referenz-fahrt

Die Vorgabe erfolgt in 1/s².

Ablauf einer Homing-Referenzfahrt:

Voraussetzung: NMT-Zustand „Operational“, Antriebszustand „Operation Enabled“ und Modes of Operation (0x6060) auf Homing Mode (6) gesetzt.

1. Homing Endschalter (0x2310), Homing Method (0x6098), Homing Speed (0x6099) und Homing Acceleration (0x609A) auf den gewünschten Wert einstellen.
2. Im Controlword Bit 4 (Homing Operation Start) auf „1“ setzen.
3. Antrieb antwortet mit "0" auf Bit 12 und Bit 10 des Statuswords und startet die Referenzfahrt.
4. Wenn die Homing-Position erreicht und die Referenzfahrt abgeschlossen wurde, setzt der Antrieb im Statusword Bit 12 (Homing Attained) und Bit 10 (Target Reached) auf "1".

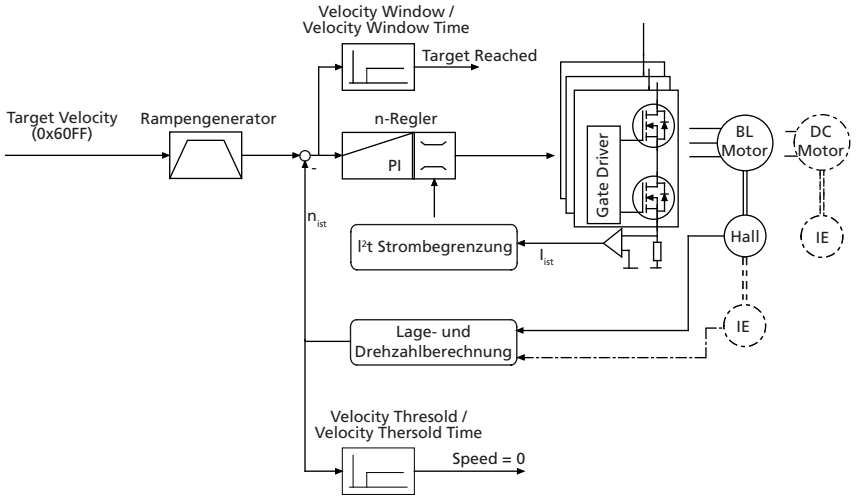
Eine laufende Referenzfahrt kann durch zurücksetzen von Bit 4 im Controlword abgebrochen werden, was quittiert wird mit gesetztem Bit 10 (Target Reached) und zurückgesetztem Bit 12 (Homing Attained) im Statusword.

Vor der erneuten Ausführung einer Referenzfahrt muss Bit 4 im Controlword immer zurückgesetzt werden, was vom Antrieb mit zurückgesetztem Bit 12 im Statusword quittiert wird.

4 Funktionsbeschreibung

4.5 Profile Velocity Mode

Reglerstruktur im Profile Velocity Mode



Betriebsart im Überblick

Im Profile Velocity Mode wird die Drehzahl des Antriebs über einen PI-Regler geregelt. Dadurch wird gewährleistet, dass der Antrieb ohne Abweichung von der Vorgabe betrieben wird, sofern dieser nicht überlastet ist.

Damit der Antrieb im Profile Velocity Mode betrieben werden kann, muss diese Betriebsart im Parameter Modes of Operaton (0x6060) eingestellt sein. Außerdem muss sich der Antrieb über seine Zustandsmaschine im Zustand Operation Enabled befinden.

Die Drehzahlvorgabe erfolgt über das Objekt Target Velocity (0x60FF) im Objektverzeichnis. In der Betriebsart Profile Velocity Mode folgt der Antrieb jedem neu übergebenen Sollwert unmittelbar. Dabei werden die eingestellten Maximalwerte für Beschleunigung, Bremsrampe und Geschwindigkeit berücksichtigt.

Benachrichtigung der übergeordneten Steuerung

Das Erreichen der Solldrehzahl wird über das Bit 10 „Target Reached“ im Statusword des Antriebs signalisiert. Ein still stehender Antrieb wird über Bit 12 „Speed = 0“ gemeldet. Falls der Übertragungstyp für das jeweilige PDO auf 255 eingestellt ist, wird das PDO asynchron, getriggert durch den Zustandswechsel übertragen.

Voraussetzung für den Betrieb im Profile Velocity Mode ist ein korrekt auf die Anwendung angepasster Drehzahlregler.

4 Funktionsbeschreibung

4.5 Profile Velocity Mode

Grundeinstellungen

Für den Drehzahlregler kann über das Objekt Velocity Control Parameter Set (0x2331) die Proportionalverstärkung und der I-Anteil eingestellt werden.

Velocity Control Parameter Set (0x2331)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x2331	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	Proportional term POR	Unsigned16	rw	*)	P-Anteil
	2	Integral term I	Unsigned16	rw	*)	I-Anteil

*) Abhängig von der Ausliefer-Konfiguration des Motion Controllers

Die Abtastrate kann über das Objekt Sampling Rate (0x2330.01) als Vielfaches der internen Abtastrate zwischen 1 und 20 eingestellt werden.

Die interne Abtastrate beträgt 0,2 ms. Bei MCDC und MCBL-AES 0,1 ms.

Filter Settings (0x2330)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x2330	0	Number of entries	Unsigned8	ro	1	Anzahl Objekteinträge
	1	Sampling rate	Unsigned16	rw	1	Faktor der Abtastrate **Wert = 1…20**
	2	Gain scheduling	Unsigned16	rw	0	1 = Reduzierte Reglerverstärkung im Zielkorridor bei Positionierung

Drehzahlistwert

Bei BL-Motoren wird die aktuelle Drehzahl über die Auswertung der analogen Hallsignale bestimmt. Alternativ kann auch ein externer Inkrementalencoder für die Drehzahlerfassung verwendet werden. Der Sensortyp und die Auflösung des externen Encoders werden über das Objekt 0x2351 eingestellt.

Bei DC-Motoren wird die Drehzahl immer über den Inkrementalencoder ermittelt.

Zusätzliche Einstellungen

Grenzen der Bewegung

Die Software Position Limits (0x607D) können auch für den Drehzahlmodus über das Objekt General Settings (0x2338) aktiviert werden.

Rampengenerator

Nach Vorgabe einer neuen Sollgeschwindigkeit über das Objekt Target Velocity (0x60FF) wird der Antrieb im Profile Velocity Mode mit der im Objekt Profile Acceleration (0x6083) hinterlegten Beschleunigung auf die neue Geschwindigkeit beschleunigt oder abgebremst. Der Parameter ist in beiden Richtungen gültig!

Strombegrenzung

Über die Spitzen- und Dauerstrombegrenzungswerte (Objekt 0x2333) kann der Antrieb vor Überlast geschützt werden.

4 Funktionsbeschreibung

4.5 Profile Velocity Mode

Befehle zur Bewegungssteuerung

Ein Drehzahlsollwert wird über das Objekt Target Velocitiy (0x60FF) vorgegeben. Sofern sich der Antrieb im Zustand Operation Enable befindet (siehe Kapitel 4.1 "Device Control"), wird der Antrieb unmittelbar auf die neue Solldrehzahl beschleunigt.

Über den Parameter Velocity Window (0x606D) wird ein Fenster um die Zieldrehzahl definiert, innerhalb dessen die Solldrehzahl als erreicht signalisiert wird, wenn die Drehzahl für mindestens die über den Parameter Velocity Window Time (0x606E) definierte Zeit innerhalb des Zielfensters verbleibt.

Die erreichte Zieldrehzahl wird im Statusword über das Bit 10 „Target Reached“ signalisiert.

Über die Parameter Velocity Threshold (0x606F) wird ein Schwellwert für die Drehzahl definiert, unterhalb dessen der Antrieb als stehend signalisiert wird, wenn die Drehzahl für mindestens die über den Parameter Velocity Threshold Time (0x6070) definierte Zeit unterhalb des Schwellwerts verbleibt.

Stillstand wird im Statusword über das Bit 12 „Speed=0“ signalisiert.

Target Velocity (0x60FF)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x60FF	0	Target velocity	Integer32	rw	20	Solldrehzahl

Die Solldrehzahl wird in rpm vorgegeben.

Die zuletzt eingestellte Solldrehzahl kann über das Objekt Velocity Demand Value (0x606B) abgefragt werden.

Der aktuelle Drehzahlwert kann über das Objekt Velocity Actual Value (0x606C) abgefagt werden.

Die Beschreibung der Objekte findet sich im Kapitel 6.3 "Objekte des Antriebsprofils CiA 402".

Zusammengesetzte Bewegungsprofile

Über die Auswertung der Bits 10 „Target Reached“ und 12 „Speed = 0“ im Statusword können gezielt Drehzahlprofile abgefahren werden. Die Beschleunigung wird über das Objekt Profile Acceleration (0x6083) festgelegt.

HINWEIS

Stellen Sie sicher, dass die Position Limits für den Velocity Mode (0x2338.02) nicht aktiviert sind, wenn der Antrieb nicht an den eingestellten Bereichsgrenzen stoppen soll!
Prüfen Sie außerdem, ob nicht die Maximaldrehzahl (0x607F) kleiner als die gewünschte Solldrehzahl eingestellt ist.

4 Funktionsbeschreibung

4.6 Antriebsdaten

Grundlegende Eigenschaften des Antriebssystem werden in den Objekten Motor Data (0x2350) und Encoder Data (0x2351) abgelegt.

Motordaten

Für die Modelle zur Motorüberwachung werden die Drehzahlkonstante , der Anschlusswiderstand, die Polzahl bei Bürstenlosmotoren und die thermische Zeitkonstante als Parameter benötigt. Bei integrierten Einheiten sind diese Werte bereits eingestellt. Für externe Steuerungen werden diese Werte durch Auswahl eines Motortyps im Motorassistenten des Motion Managers passend vorbelegt.

Motor Data (0x2350)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x2350	0	Number of entries	Unsigned8	ro	5	Anzahl Objekteinträge
	1	Speed constant KN	Unsigned16	rw	*)	Drehzahlkonstante
	2	Terminal resistance RM	Unsigned32	rw	*)	Anschlusswiderstand
	3	Pole number	Unsigned16	rw	2/4*)	Polzahl bei BL-Motoren (nicht MCDC)
	5	Thermal time constant TW1	Unsigned16	rw	*)	Thermische Zeitkonstante 1
*) Abhängig von der Ausliefer-Konfiguration des Motion Controllers						

Encoder Data (0x2351)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default value	Meaning
0x2351	0	Number of entries	Unsigned8	ro	3/2*)	Number of object entries
	1	Sensor type	Unsigned8	rw	0	0 = Analog Hall (int. Encoder) 1 = Inkrementalencoder (ext.) 10 = Inkremental + Hall 104 = Absolutencoder AES-4096 (nicht MCDC)
	2	Resolution external encoder	Unsigned32	rw	2 048	4-Flanken-Auflösung eines extern angeschlossenen Inkrementalgebers
	3	Resolution internal encoder	Unsigned32	ro	3 000	Auflösung des internen Hallsensor-gebers (nicht MCDC)
*) BL-Controller / MCDC						

Sensor Type:

Für Bürstenlosmotoren werden als Lagegebersysteme folgende Kombinationen unterstützt:

- Analoge Hallsensoren (3 000 Inkremente/Umdrehung, fest)
- Analoge Hallsensoren + Inkrementalgeber (Auflösung abhängig vom Inkrementalencoder)
- AES Geber (z. B. AES-4096)

Für DC-Motoren wird als Lagegeber ein Inkrementalencoder mit wählbarer Auflösung unterstützt.

External Encoder Resolution:

Bei Verwendung eines externen Inkrementalgebers muss dessen Auflösung bei 4-Flankenauswertung (4-fache Impulszahl) angegeben werden.

Internal Encoder Resolution:

Bei Verwendung der analogen Hallsensoren der Bürstenlosmotoren als Lagegeber werden fest 3 000 Impulse pro Umdrehung geliefert.

MCDC verwendet ausschließlich einen externen Encoder, daher steht hier die Sensor Type Umschaltung nicht zur Verfügung. Bei AES-Controllern ist die Auflösung durch den Sensor Type definiert, ein externer Encoder kann hier nicht verwendet werden.

4 Funktionsbeschreibung

4.7 Ein- / Ausgänge

4.7.1 Endschalteranschlüsse und Schaltpegel

Die Anschlüsse

- AnIn
- Fault
- 3. Input
- 4., 5. Input (nur MCDC)

können als Referenz- und Endschaltereingänge verwendet werden.

Zusätzlich steht noch der Nulldurchgang der Hallsensorsignale bei BL-Motoren als Indeximpuls zur Verfügung. Je nach Motortyp (zweipolig oder vierpolig) tritt der Indeximpuls einmal oder zweimal pro Umdrehung auf. An den Fault-Pin kann auch der Indeximpuls eines externen Encoders angeschlossen werden, über den die Istposition exakt abgenullt werden kann.

Die Anschlüsse AnIn und Fault sind als Interrupteingänge ausgelegt, was bedeutet, dass sie flankengetriggert sind. Alle anderen Eingänge sind nicht flankengetriggert, hier muss das Signal mindestens 500 µs anliegen, um sicher detektiert werden zu können. Die maximale Reaktionszeit auf Pegeländerungen an allen Eingängen beträgt 500 µs.

Konfiguration der digitalen Eingänge

Schaltpegel

Über das Objekt Input Threshold Level (0x2316) kann der Schaltpegel aller digitalen Eingänge auf 5V-TTL-kompatibel oder 24V-PLC-kompatibel (Standard) eingestellt werden. Im Datenblatt der eingesetzten Steuerung finden Sie genaue Angaben zu den jeweiligen Schaltschwellen und den zugelassenen Spannungsbereichen.

Input Threshold Level (0x2316)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x2316	0	Input threshold level	Unsigned8	rw	1	Schaltpegel 0 = 5V-TTL, 1 = 24V-PLC

Endschalter- und Homingschaltereinstellung

Die zur Verfügung stehenden digitalen Eingänge können jeweils als Endschalter oder Homing-Schalter zur Verwendung innerhalb einer DSP402 Homing Method konfiguriert werden. Die oberen und unteren Endschalter dienen zusätzlich als Bereichs-Endschalter, über die nicht hinausgefahren werden kann (Hard-Blocking).

Werden unterer und oberer Endschalter nicht für eine DSP402 Homing Method verwendet, kann deren Schalt-Polarität über den Parameter Switch polarity festgelegt werden (steigende oder fallende Flanke gültig). Die Homing Methoden 1, 2, 17 und 18 gehen standardmäßig von einem positiv schaltenden Endschalter aus. Soll hingegen ein negativ schaltender Endschalter verwendet werden, muss die gewünschte Polarität hier entsprechend eingestellt und zusätzlich der Parameter Polarity for homing limit auf 1 gesetzt werden.

HINWEIS

Die Eingangskonfiguration kann nicht im Homing Mode geändert werden. Gehen Sie hierfür in Profile Position oder Profile Velocity Mode!

4 Funktionsbeschreibung

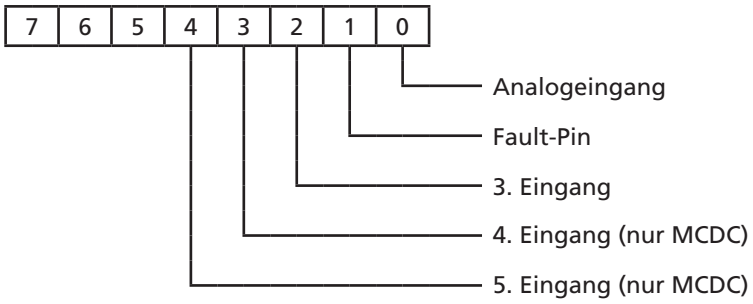
4.7 Ein-/Ausgänge

Digital Input Settings (0x2310)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x2310	0	Number of entries	Unsigned8	ro	6	Anzahl Objekteinträge
	1	Negative limit switch	Unsigned8	rw	0	Unterer Endschalter
	2	Positive limit switch	Unsigned8	rw	0	Oberer Endschalter
	3	Homing switch	Unsigned8	rw	0x07/0x1F *)	Homing-Schalter
	5	Switch polarity	Unsigned8	rw	0x07/0x1F *)	Polarität der Endschalter 1: Pos. Flanke gültig 0: Neg. Flanke gültig
	6	Polarity for homing limit	Unsigned8	rw	0	Polarität der Endschalter auch bei DSP402 Limit Switch Homing Methods verwenden

*) BL-Controller/MCDC

Die Einstellungen der digitalen Eingänge erfolgen mit folgender Bitmaske:



Erläuterung

- **Subindex 1 (Negative limit switch):**

  Hier wird der Eingang angegeben, an dem der untere Endschalter für die Homing Methoden 1 und 17 oder für eine Hard-Blocking Funktion angeschlossen ist.

  Bei aktiviertem Endschalter wird der Antrieb gestoppt und lässt sich nur mehr in der entgegengesetzten Richtung wieder aus dem Endschalter herausfahren.

- **Subindex 2 (Positive limit switch):**

  Hier wird der Eingang angegeben, an dem der obere Endschalter für die Homing Methoden 2 und 18 oder für eine Hard-Blocking Funktion angeschlossen ist.

  Bei aktiviertem Endschalter wird der Antrieb gestoppt und lässt sich nur mehr in der entgegengesetzten Richtung wieder aus dem Endschalter herausfahren.

- **Subindex 3 (Homing switch):**

  Hier wird der Eingang angegeben, an dem der Homing-Schalter für die Homing Methoden 3 bis 14 und 19 bis 30 angeschlossen ist. Polarity (Subindex 5) kann hierbei nicht verwendet werden.

- **Subindex 5 (Switch polarity):**

  Hier kann die Polarität der Hard-Blocking Endschalter eingestellt werden. Soll die Polarität auch bei den Homing Methoden 1, 2, 17 und 18 geändert werden, muss zusätzlich Subindex 6 auf 1 gesetzt sein.

- **Subindex 6 (Polarity for homing limit):**

  Hier kann angegeben werden, ob bei den Homing Methoden 1, 2, 17 und 18 die Polaritätseinstellungen unter Subindex 5 verwendet werden sollen. Die Einstellung kann nur generell für alle Eingänge gesetzt werden (keine Bitmasken-Kodierung).

Die Beschreibung der Homing Methoden findet sich im Kapitel 4.4 "Homing Mode".

4 Funktionsbeschreibung

4.7 Ein- / Ausgänge

Die Endschalterfunktionen für den Fault-Pin werden nur angenommen, wenn dieser über Objekt 0x2315.01 als Referenzeingang (Fault-Pin Function 4) konfiguriert ist (Einstellung unbedingt mit SAVE speichern)!

In der Defaultkonfiguration sind alle Eingänge als Homing-Eingänge konfiguriert. Ein Homing-Schalter kann somit an jeden Eingang angeschlossen werden. Es wird allerdings empfohlen nur den Homing-Eingang anzugeben, an dem tatsächlich der Referenzschalter angeschlossen ist.

Wird eine Homing Methode ausgeführt ohne dass der hierfür benötigte Schalter in Objekt 0x2310 definiert ist, startet die Referenzfahrt nicht!

4.7.2 Sonderfunktionen des Fault-Pins

Der Fehleranschluss (Fault-Pin) kann über das Objekt Fault-Pin Settings (0x2315) für unterschiedliche Aufgaben als Ein- oder Ausgang konfiguriert werden:

Fault-Pin Settings (0x2315)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Map	Default-wert	Bedeutung
0x2315	0	Number of entries	Unsigned8	ro		3	Anzahl Objekteinträge
	1	Fault-pin function	Unsigned8	rw		0	Funktion des Fault-Pins 0 = Error Output 2 = Digital Output 4 = Reference Input 5 = Position Output
	3	Digital output status	Unsigned8	rw/ro *)	ja	*)	Zustand des Pins in der Funktion Digital Output ändern 0 = Clear Output 1 = Set Output 2 = Toggle Output

*) Abhängig von der eingestellten Fault-pin function (0x2315.01)

Fault-Pin Function (0x2315.01)

Wert	Funktion	Beschreibung
0	Error output	Fault-Pin als Fehlerausgang
2	Digital output	Fault-Pin als Digitalausgang. Der Ausgang wird auf low Pegel gesetzt.
4	Reference input	Fault-Pin als Referenz oder Endschaltereingang
5	Position output	Fault-Pin als Ausgang zur Anzeige der Bedingung „Zielposition erreicht“.

In der Funktion als Ausgang ist der Anschluss als Open Collector ausgeführt, somit wird mit Setzen des Ausgangs der Anschluß auf Low-Pegel gezogen.

Fault-Pin als Fehlerausgang

In der Funktion Error Output wird der Ausgang gesetzt, sobald ein Fehler des FAULHABER Fehlerregisters auftritt und die Errout Mask in Objekt 0x2321 für den entsprechenden Fehler auf 1 gesetzt ist (siehe auch Kapitel 4.8 "Fehlerbehandlung").

4 Funktionsbeschreibung

4.7 Ein- / Ausgänge

Zusätzliche Einstellungen

Verzögerte Signalisierung

Um kurzzeitiges Auftreten von Fehlern zum Beispiel während der Beschleunigungsphase auszublenden kann über das Objekt Error Handling (0x2322.01) eine Fehlerverzögerung (Error Delay) eingestellt werden, die angibt, wie lange ein Fehler anstehen muss, bis er am Fehlerausgang angezeigt wird (siehe Kapitel 4.8 "Fehlerbehandlung". Die Fehlerverzögerung wirkt bei den Fehlern “Continuous over current”, “Deviation” und “Over voltage”.

Beispiel:

Fehler erst nach 2 Sekunden anzeigen:

- Error Delay = 200 (Objekt 0x2322.01)

Fault-Pin als Digitalausgang

In der Funktion Digital Output kann der Fehleranschluss als universeller Digitalausgang verwendet werden. Über das Objekt 0x2315.03 kann der Digitalausgang gesetzt oder gelöscht werden:

Digital Output Status (0x2315.03)

Wert	Funktion	Beschreibung
0	Clear output	Digitalen Ausgang auf low Pegel setzen
1	Set output	Digitalen Ausgang auf high Pegel setzen
2	Toggle output	Digitalen Ausgang umschalten

Fault-Pin als Referenzeingang

In der Funktion Reference Input hat der Fault-Pin die Funktion eines digitalen Eingangs und kann als Endschalter oder Homing-Schalter entsprechend Objekt 0x2310 oder zum Anschluß des Index-Impulses eines Inkrementalencoders verwendet werden.

Fault-Pin als „Position erreicht”-Ausgang

In der Funktion Position Output wird der Ausgang gesetzt, wenn im Profile Position Mode die Zielposition erreicht wurde, entsprechend den Bedingungen in Position Window (0x6067) und Position Window Time (0x6068). Beim nächsten Positionier-Startbefehl wird der Ausgang wieder zurückgesetzt.

HINWEIS

Konfigurieren vor Anlegen einer Spannung

Wird an den Fault-Pin eine Spannung angelegt, während dieser nicht als Eingang konfiguriert ist, kann es zu Schäden an der Elektronik kommen.

Konfigurieren Sie zuerst den Fault-Pin als Eingang, bevor Sie Spannung von außen anlegen!

4 Funktionsbeschreibung

4.7 Ein-/Ausgänge

4.7.3 Abfrage der Eingangszustände

Der Zustand der digitalen Eingänge kann über das Objekt Digital Input Status (0x2311) abgefragt werden und zwar als direkter Eingangspegel (Subindex 02) oder polaritätsbewertet (Subindex 01) gemäß dem Eintrag unter 0x2310.05. Die Zustandsanzeige erfolgt entsprechend der Bitmaske von Objekt 0x2310 (siehe Kapitel 4.7.1 "Endschalteranschlüsse und Schaltpegel").

Digital Input Status (0x2311)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Map	Default-wert	Bedeutung
0x2311	0	Number of entries	Unsigned8	ro		2	Anzahl Objekteinträge
	1	Input status	Unsigned8	ro	ja		Zustand der digitalen Eingänge polarity bewertet.
	2	Input level	Unsigned8	ro	ja		Zustand der digitalen Eingänge (angelegter Pegel)

Die angelegte Spannung am Analogeingang und an den anderen Eingängen kann über die Objekte Analog Input Status (0x2313) und Analog Input Status Raw (0x2314) in Millivolt oder in Digits abgefragt werden. Der Analogeingang kann somit auch ein Messsignal für die übergeordnete Steuerung liefern.

Analog Input Status (0x2313)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Map	Default-wert	Bedeutung
0x2313	0	Number of entries	Unsigned8	ro		3/5 *)	Anzahl Objekteinträge
	1	Inp. 1 ADC value	Integer16	ro	ja		Spannung an Eingang 1 in mV (AnIn)
	3	Inp. 3 ADC value	Integer16	ro	ja		Spannung an Eingang 3 in mV (3rd In)
	4	Inp. 4 ADC value	Integer16	ro	ja		Spannung an Eingang 4 in mV (nur MCDC)
	5	Inp. 5 ADC value	Integer16	ro	ja		Spannung an Eingang 5 in mV (nur MCDC)

*) BL-Controller/MCDC

Analog Input Status Raw (0x2314)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Map	Default-wert	Bedeutung
0x2314	0	Number of entries	Unsigned8	ro		8	Anzahl Objekteinträge
	1	Inp. 1 ADC value raw	Integer16	ro	ja		Digitalwert an Eingang 1
	2	Inp. 2 ADC value raw	Integer16	ro	ja		Digitalwert an Eingang 2
	3	Inp. 3 ADC value raw	Integer16	ro	ja		Digitalwert an Eingang 3
	4	Inp. 4 ADC value raw	Integer16	ro	ja		Digitalwert an Eingang 4
	5	Inp. 5 ADC value raw	Integer16	ro	ja		Digitalwert an Eingang 5
	6	Inp. 6 ADC value raw	Integer16	ro	ja		Digitalwert an Eingang 6
	7	Inp. 7 ADC value raw	Integer16	ro	ja		Digitalwert an Eingang 7
	8	Inp. 8 ADC value raw	Integer16	ro	ja		Digitalwert an Eingang 8

Über dieses Objekt können die aktuellen Roh-Werte der intern verwendeten Digitaleingänge ausgelesen werden.

HINWEIS

Die Objekte zur Abfrage der Eingangszustände können in PDOs gemappt werden. Die PDOs können dann über SYNC oder RTR zyklisch abgefragt werden. Das automatische Versenden eines PDOs bei Zustandsänderung ist nicht möglich, da PDOs nur bei Änderung des Statuswords automatisch versendet werden können.

4 Funktionsbeschreibung

4.8 Fehlerbehandlung

FAULHABER Fehlerregister (0x2320)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x2320	0	Fault register	Unsigned16	ro		FAULHABER Fehlerregister

Das FAULHABER Fehlerregister beinhaltet bitkodiert die zuletzt aufgetretenen Fehler.
Die Fehler sind folgendermaßen kodiert und können durch Addition der gewünschten Fehlerarten über das Objekt Error Mask (0x2321) maskiert werden:

Error-Bit	Error	Beschreibung
0x0001	Continuous over current	Eingestellte Dauerstrombegrenzung überschritten
0x0002	Deviation	Eingestellte maximal zulässige Drehzahlabweichung überschritten
0x0004	Over voltage	Überspannung detektiert
0x0008	Over temperature	Maximale Spulen- bzw. MOSFET-Temperatur überschritten
0x0010	Flash memory error	Speicherfehler
0x0040	CAN in error passive mode	CAN-Controller im Error Passive Modus
0x0080	CAN overrun (objects lost)	Überlauf des CAN-Empfangspuffers
0x0100	Life guard or heartbeat error	CAN-Überwachungsfehler
0x0200	Recovered from bus off	CAN-Bus-Fehler „Bus off“ verlassen
0x0800	Conversion overflow	Rechenüberlauf
0x1000	Internal software	Interner Softwarefehler
0x2000	PDO length exceeded	PDO-Länge zu groß, wird aber verarbeitet
0x4000	PDO not processed due to length error	PDO-Länge zu klein, kann nicht verarbeitet werden

Jeder dieser Fehler entspricht auch einem Emergency Error Code (siehe Kapitel 3.4 "Emergency Object (Fehlermeldung)").

Error Mask (0x2321)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x2321	0	Number of entries	Unsigned8	ro	3	Anzahl Objekteinträge
	1	Emergency mask	Unsigned16	rw	0xFFFF	Fehler, die ein Emergency-Telegramm auslösen
	2	Fault mask	Unsigned16	rw	0	Fehler, die als DSP402-Fehler behandelt werden und die Statemachine beeinflussen (Fault-Zustand)
	3	Errout mask	Unsigned16	rw	0x00FF	Fehler, die den Fehlerausgang setzen

Die Error Mask beschreibt die Behandlung interner Fehler entsprechend oben angegebener Kodierung.

HINWEIS

Beim Setzen der Fault Mask (Subindex 2) werden die entsprechenden Bits auch in die Emergency Mask (Subindex 1) übernommen.

HINWEIS

Setzen Sie Subindex 2 von Objekt 0x2321 auf 0x0001, um den Antrieb bei Überstrom auszuschalten und in den Fehlerzustand zu versetzen. Ein Wert von 0x0101 schaltet den Antrieb auch bei einem CAN-Life-Guard oder Heartbeat Fehler aus.

HINWEIS

Setzen Sie Subindex 3 von Objekt 0x2321 auf 0, wenn der Fehlerausgang (Fault-Pin) keinen Fehler anzeigen soll oder auf 0xFFFF, wenn alle Fehler (auch CAN-Fehler) angezeigt werden sollen.

4 Funktionsbeschreibung

4.8 Fehlerbehandlung

Über das Objekt Error Handling (0x2322) können zusätzliche Einstellungen zur Fehlerverarbeitung vorgenommen werden.

Error Delay: Fehlerverzögerungszeit, die angibt wie lange einer der folgenden Fehler anstehen muss, bis er gemeldet wird: Continuous Over Current, Deviation, Over Voltage.

Deviation: Größte zulässige betragsmäßige Abweichung der Istdrehzahl von der Solldrehzahl. Eine Überschreitung wird nach Ablauf der Fehlerverzögerungszeit gemeldet.

Error Handling (0x2322)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x2322	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	Error delay	Unsigned16	rw	200	Fehlerverzögerungszeit in 1/100 s **Wert = 0 … 65 000**
	2	Deviation	Unsigned16	rw	30 000	Zulässige Drehzahlabweichung in rpm **Wert = 0 … 30 000**

4.8.1 Abfrage des Gerätezustands

Zur Überwachung des aktuellen Gerätezustands steht das Objekt Device Status (0x2323) zur Verfügung, über das aktuelle Temperaturen und Temperaturschwellen in °C abgefragt werden können.

Device Status (0x2323)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x2323	0	Number of entries	Unsigned8	ro	4	Anzahl Objekteinträge
	1	Housing temperature	Unsigned16	ro		Gehäusetemperatur
	2	Internal temperature	Unsigned16	ro		Spulen- bzw. MOSFET-Temperatur
	3	Max. temperature limit	Unsigned16	ro		Obere Temperaturschwelle
	4	Min. temperature limit	Unsigned16	ro		Untere Temperaturschwelle

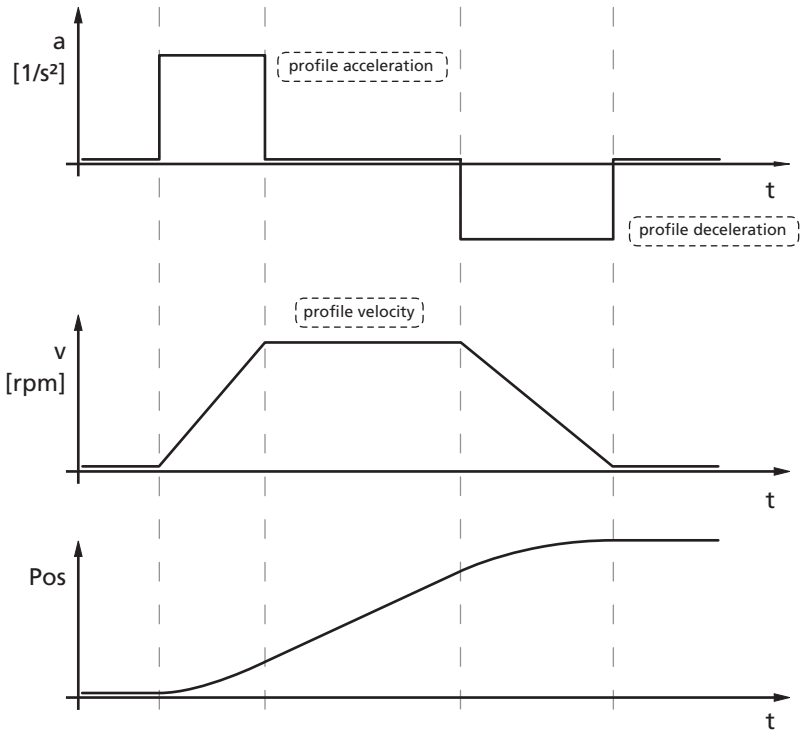
Die Werte der oberen und unteren Temperaturschwelle zeigen die Ein- / Ausschaltschwelle der integrierten Übertemperatursicherung (siehe Kapitel 4.9.4 "Übertemperatursicherung").

4.9 Technische Informationen

4.9.1 Rampengenerator

In allen Betriebsarten wird der Sollwert über den Rampengenerator geführt.

Grundfunktion des Rampengenerators



Damit können getrennt die maximale Beschleunigung (Profile Acceleration), die maximale Verzögerung (Profile Deceleration) und die maximale Geschwindigkeit (Profile Velocity) anwendungsspezifisch parametrisiert werden.

Grundeinstellungen

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x6081	0	Profile velocity	Unsigned32	rw	*)	Maximaldrehzahl in rpm **Wert = 0 … 30 000**
0x6083	0	Profile acceleration	Unsigned32	rw	30 000	Maximale Beschleunigung in 1/s² **Wert = 0 … 30 000**
0x6084	0	Profile deceleration	Unsigned32	rw	30 000	Maximale Verzögerung in 1/s² **Wert = 0 … 30 000**

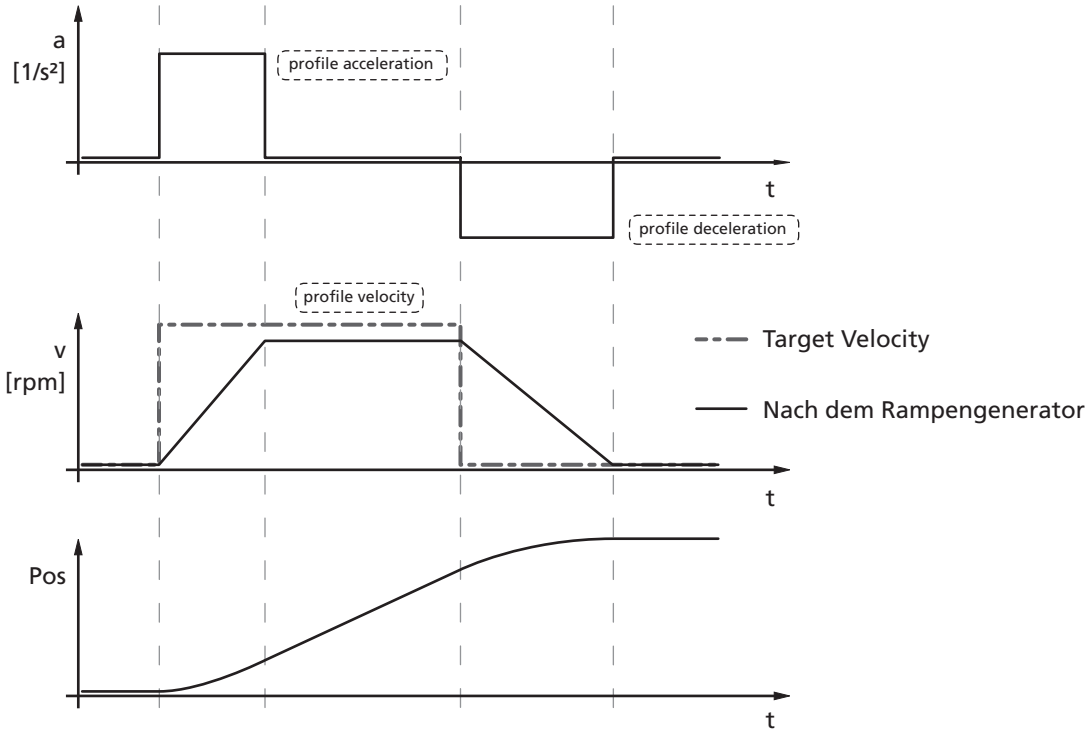
*) Abhängig von der Ausliefer-Konfiguration des Motion Controllers

4 Funktionsbeschreibung

4.9 Technische Informationen

Rampengenerator im Profile Velocity Mode

Eingriff des Rampengenerators im Drehzahlmodus



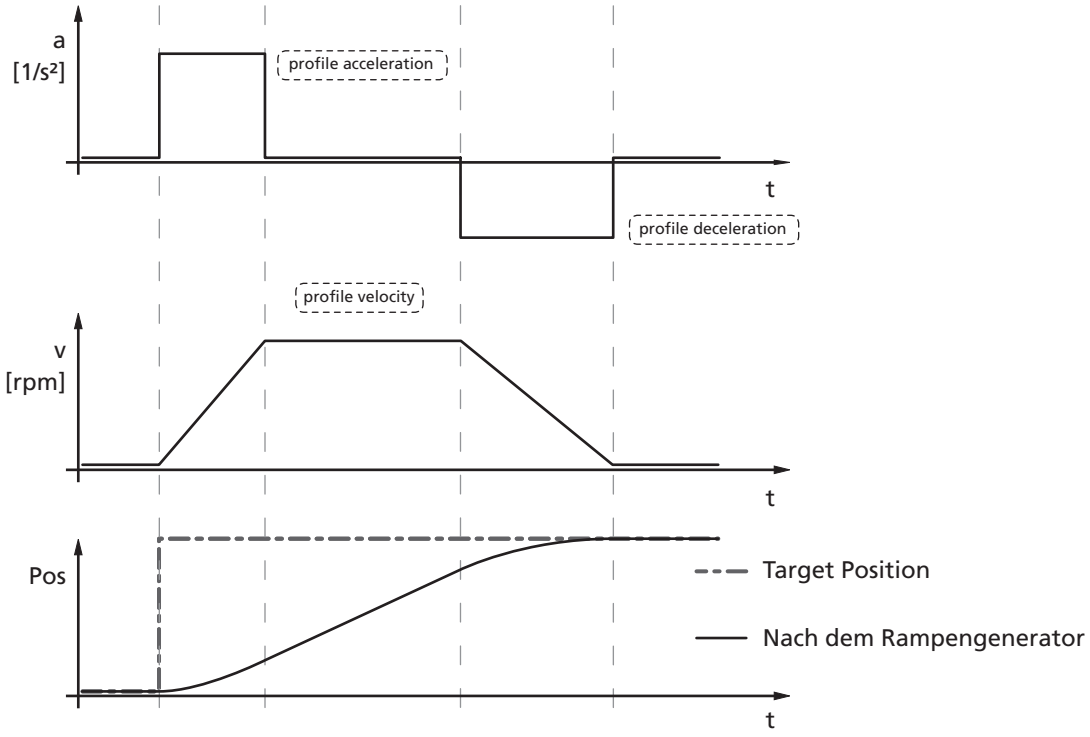
Im Drehzahlmodus wirkt der Rampengenerator wie ein Filter auf die Solldrehzahl. Der Sollwert wird auf den Profile Velocity Wert begrenzt und Sollwertänderungen entsprechend der Profile Acceleration und Profile Deceleration begrenzt.

4 Funktionsbeschreibung

4.9 Technische Informationen

Rampengenerator im Profile Position Mode

Eingriff des Rampengenerators im Positionierbetrieb



Im Positionierbetrieb wird über den Positionsregler aus der Differenz zwischen Sollposition und Istposition eine Vorgabegeschwindigkeit ermittelt.

Im Rampengenerator wird die vom Positionsregler ausgegebene Vorgabegeschwindigkeit auf den Profile Velocity Wert begrenzt und Beschleunigungen entsprechend der Beschleunigungsrampe Profile Acceleration begrenzt.

Der Bremsvorgang wird im Positionierbetrieb nicht zeitlich gestreckt, da bereits vor Erreichen der Endposition die Geschwindigkeit soweit reduziert werden muss, dass die Zielposition ohne Überschwingen erreicht werden kann.

Entsprechend der Bewegungsgleichung:

$2a\ s = v^2 \rightarrow v_{max} = \sqrt{2a\ s}$

a: Beschleunigung	[m/s²]
v: Geschwindigkeit	[m/s]
s: verbleibende Strecke	[m]

muss dazu die maximale Geschwindigkeit n_{max} proportional zum verbleibenden Weg begrenzt werden.

Die zulässige bzw. abhängig vom Motor und der Trägheit der Last technisch mögliche Verzögerung wird hier über den Parameter Profile Deceleration eingestellt.

4.9.2 Sinuskommutierung

Die FAULHABER Motion Controller für bürstenlose Motoren zeichnen sich durch eine so genannte Sinuskommutierung aus. Dies bedeutet, dass das vorgegebene Drehfeld immer ideal zum Rotor steht. Dadurch gelingt es, Momentenschwankungen auf ein Minimum zu reduzieren, auch dann, wenn die Drehzahlen sehr klein sind. Außerdem läuft der Motor dadurch besonders leise.

Die Sinuskommutierung wird noch durch eine so genannte Flat-Top-Modulation erweitert, die eine höhere Aussteuerung ermöglicht. Dadurch sind höhere Leerlaufdrehzahlen möglich.

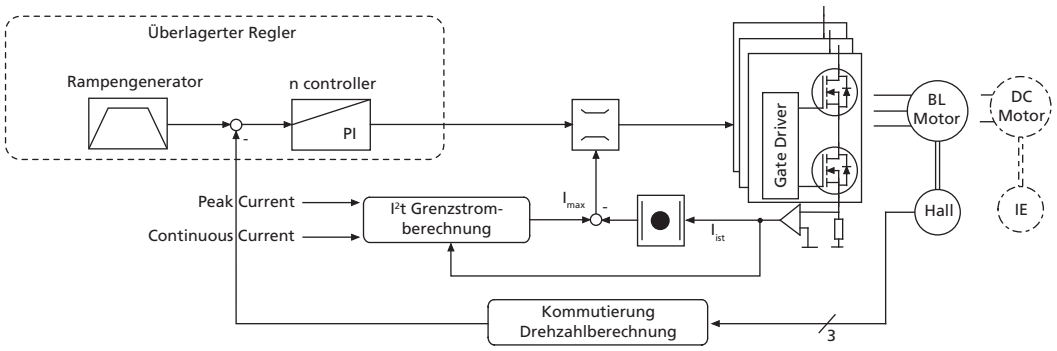
Über den Parameter Pure Sinus Commutation im Objekt General Settings lässt sich das System so einstellen, dass die Sinuskommutierung im oberen Drehzahlbereich in eine Blockkommutierung über geht. Durch diese Vollaussteuerung kann der komplette Drehzahlbereich des Motors ausgenutzt werden.

General Settings (0x2338)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x2338	0	Number of entries	Unsigned8	ro	3	Anzahl Objekteinträge
	1	Pure sinus commutation	Unsigned16	rw	1	0 = Vollaussteuerung 1 = Begrenzung auf Sinusform (nicht MCDC)
	2	Activate position limits in velocity mode	Unsigned16	rw	0	1 = Eingestellte Positionierbereichsgrenzen auch im Drehzahlmodus verwenden
	3	Activate position limits in position mode	Unsigned16	rw	1	0 = keine Bereichsgrenzen im Positioniermodus

4.9.3 Stromregler und I²t-Strombegrenzung

Eingriff des Strombegrenzungsreglers



Die FAULHABER Motion Controller sind mit einem integralen Stromregler ausgerüstet, der es erlaubt, eine Momentenbegrenzung zu realisieren.

Der Stromregler arbeitet als Begrenzungsregler. Abhängig von der zurückliegenden Belastung wird durch die I²t Strombegrenzung auf den zulässigen Spitzenstrom oder den Dauerstrom begrenzt. Sobald der Motorstrom den aktuell zulässigen Maximalwert überschreitet, wird über den Stromregler die Spannung begrenzt.

Durch die Ausführung als Strombegrenzungsregler hat die Stromregelung im thermisch entspannten Zustand keinen Einfluss auf die Dynamik der Drehzahlregelung. Das Zeitverhalten dieser Begrenzung ist über den Parameter CI einstellbar.

Mit den Defaultwerten für CI wird der Strom nach etwa 5 ms auf den zulässigen Wert begrenzt.

4 Funktionsbeschreibung

4.9 Technische Informationen

Current Control Parameter Set (0x2333)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x2333	0	Number of entries	Unsigned8	ro	3	Anzahl Objekteinträge
	1	Continuous current limit	Unsigned16	rw		Dauerstrombegrenzung [mA] **Wert = 1 … 12 000**
	2	Peak current limit	Unsigned16	rw		Spitzenstrombegrenzung [mA] **Wert = 1 … 12 000**
	3	Integral term CI	Unsigned16	rw		Integralanteil des Stromreglers **Wert = 1 … 255**

Bei integrierten Einheiten sind diese Werte bereits voreingestellt. Für externe Steuerungen werden diese Werte durch Auswahl eines Motortyps im Motorassistenten des Motion Managers passend zu Motor und Controller vorbelegt.

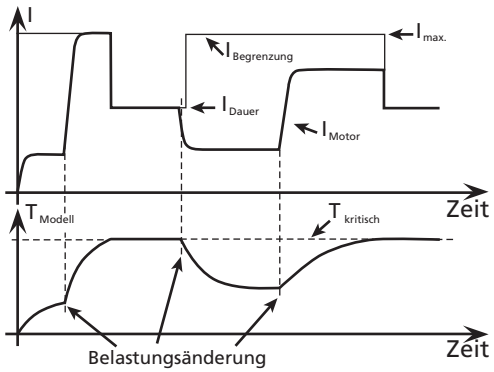
Arbeitsweise des Stromreglers

Beim Start des Motors wird dem Stromregler der Spitzenstrom als Sollwert vorgegeben. Mit zunehmender Belastung wird der Strom im Motor immer höher, bis er schließlich den Spitzenstrom erreicht. Ab dann tritt der Stromregler in Kraft und begrenzt auf diesen Stromsollwert.

Parallel dazu läuft ein thermisches Strommodell, das aus dem aktuell fließenden Strom eine Modelltemperatur berechnet. Übersteigt diese Modelltemperatur einen kritischen Wert, so wird auf den Dauerstrom umgeschaltet und der Motorstrom auf diesen geregelt. Erst wenn die Belastung so gering wird, dass die kritische Modelltemperatur unterschritten wird, wird wieder der Spitzenstrom zugelassen.

Das Ziel dieser sogenannten I²t-Strombegrenzung ist, den Motor bei geeigneter Wahl des Dauerstroms nicht über die thermisch zulässige Temperatur zu erhitzen. Andererseits sollte kurzzeitig eine hohe Belastung möglich sein, um sehr dynamische Bewegungen realisieren zu können.

Funktion der I²t-Strombegrenzung



Der aktuell verwendete Strombegrenzungswert (Spitzen- oder Dauerstrom) kann über das Objekt Actual Current Limit abgefragt werden:

Actual Current Limit (0x2334)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x2334	0	Actual current limit	Unsigned16	ro		Aktuell verwendeter Strombegrenzungswert [mA]

4.9.4 Übertemperatursicherung

Überschreitet die MOSFET-Temperatur der externen Controller oder die Spulentemperatur der Antriebe mit integriertem Controller einen vorgegebenen Grenzwert um mehr als eine Sekunde, so wird der Motor abgeschaltet. Über die FAULHABER Error Mask (Objekt 0x2321) kann die weitere Reaktion auf einen Übertemperaturfehler eingestellt werden (EMCY, Fault-Zustand oder Fehlerausgang). Um den Motor wieder zu aktivieren, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Temperatur unterhalb des vorgegebenen Grenzwertes
- Solldrehzahl auf 0 rpm eingestellt
- Tatsächliche Motordrehzahl kleiner 50 rpm

HINWEIS

Bestimmung der Spulentemperatur

Es wird die Gehäusetemperatur gemessen und über die Strommessung auf die Verlustleistung geschlossen. Über ein thermisches Modell wird aus diesen Größen die MOSFET- bzw. Spulentemperatur berechnet. In den meisten Anwendungsfällen stellt diese Methode einen thermischen Motorschutz dar.

4.9.5 Unterspannungsüberwachung

Unterschreitet die Versorgungsspannung die untere Spannungsschwelle, so wird die Endstufe abgeschaltet. Der Motion Controller bleibt weiter aktiv. Liegt die Spannung wieder im zulässigen Bereich, so wird die Endstufe sofort wieder eingeschaltet.

4.9.6 Überspannungsregelung

Wird der Motor generatorisch angetrieben, so erzeugt er Energie. Üblicherweise sind Netzgeräte nicht in der Lage, diese Energie in das Netz zurückzuspeisen. Aus diesem Grund steigt die Versorgungsspannung am Motor und je nach Drehzahl kann es zur Überschreitung der zulässigen Höchstspannung kommen.

Um eine Zerstörung von Bauteilen zu vermeiden, enthalten die FAULHABER Motion Controller für bürstenlose Motoren einen Regler, der beim Überschreiten einer Grenzspannung (32 V) den Polradwinkel verstellt. Die Motion Controller für DC-Motoren enthalten eine Ballastschaltung, die beim Überschreiten einer Grenzspannung (32 V) aktiviert wird. Dadurch wird die erzeugte Energie im Motor umgesetzt und die Spannung der Elektronik bleibt auf 32 V begrenzt. Diese Methode schützt den Antrieb bei generatorischem Betrieb und schnellem Bremsen.

4.9.7 Einstellung der Reglerparameter für Drehzahl- und Positionsregler

Um den Regler optimal auf die jeweilige Anwendung anzupassen, sind die voreingestellten Reglerparameter zu optimieren.

HINWEIS

Reglerabtastrate

Der digitale Regler arbeitet mit einer Abtastrate von 200 µs, bei MCDC und MCBL-AES mit 100 µs. Die Abtastrate kann bei Bedarf über den Parameter Sampling Rate (Objekt 0x2330.01) auf bis zu 2 ms erhöht werden.

4 Funktionsbeschreibung

4.9 Technische Informationen

Standardverhalten:

Ohne weitere Einstellungen ist für den Drehzahlregler im Profile Velocity Mode die im Parameter Proportional term POR eingestellte Verstärkung wirksam.

Im Profile Position Mode wird innerhalb des Zielkorridors die über den Parameter Proportional term POR eingestellte Verstärkung um den Wert des Parameters Derivative term PD erhöht. Dadurch kann ein schnelleres einregeln auf den Stillstand in der Zielposition erreicht werden ohne den Regler bei den Übergangsvorgängen selbst zu sehr anzuregen. Der Parameter PD muss dazu sorgfältig eingestellt werden und sollte typisch maximal 50% des Basiswerts POR betragen, andernfalls besteht die Gefahr der Instabilität.

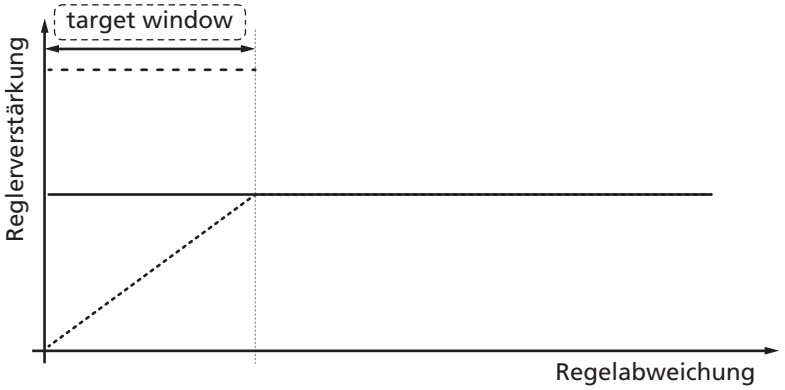
Folgende Regler-Parameter stehen zur Verfügung:

Filter Settings (0x2330)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x2330	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	Sampling rate	Unsigned16	rw	1	Faktor der Abtastrate **Wert = 1…20**
	2	Gain scheduling	Unsigned16	rw	0	1 = Reduzierte Reglerverstärkung im Zielkorridor bei Positionierung

Gain Scheduling:

Bei aktiviertem Gain Scheduling (0x2330.02) wird die Reglerverstärkung POR im Positionierbetrieb sukzessive reduziert, sobald sich der Antrieb im Zielkorridor (0x6067) befindet. Dadurch kann ein wesentlich „ruhigerer" Stillstand in der Zielposition erreicht werden. Sobald der Antrieb den Zielkorridor wieder verlässt, wird POR sofort wieder auf den eingestellten Wert erhöht.



- - - - PP Mode:
Proportional term POR
+ Derivative term PD

——— PV Mode: Proportional term POR

-------- PP Mode + Gain Schedule:
Reduced proportional term POR

HINWEIS

Die Funktion "Gain scheduling" wird nur bei Abtastraten mit einem Faktor größer 3 aktiv (Sampling rate > 3).

4 Funktionsbeschreibung

4.9 Technische Informationen

Velocity Control Parameter Set (0x2331)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x2331	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	Proportional term POR	Unsigned16	rw	*)	Proportionalverstärkung des Drehzahlreglers **Wert = 1 … 255**
	2	Integral term I	Unsigned16	rw	*)	Integralanteil des Drehzahlreglers **Wert = 1 … 255**

*) Abhängig von der Ausliefer-Konfiguration des Motion Controllers

Position Control Parameter Set (0x2332)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Default-wert	Bedeutung
0x2332	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	Proportional term PP	Unsigned16	rw	*)	Proportionalverstärkung des Lagereglers **Wert = 1 … 255**
	2	Derivative term PD	Unsigned16	rw	*)	Differenzialanteil des Drehzahlreglers **Wert = 1 … 255**

*) Abhängig von der Ausliefer-Konfiguration des Motion Controllers

Bei integrierten Einheiten sind diese Werte bereits voreingestellt, können allerdings über den Motorassistenten des Motion Managers noch an die zu treibende Last angepasst werden. Für externe Steuerungen werden diese Werte durch Auswahl eines Motortyps im Motorassistenten des Motion Managers passend vorbelegt.

Mit Hilfe des Regler-Tuning-Assistenten im Motion Manager können einige Regler-Parameter weiter justiert werden, um den Regler optimal an die jeweilige Anwendung anzupassen.

Mögliche Vorgehensweise

Es wird empfohlen mit den Standardeinstellungen des Motorassistenten zu beginnen und dann zuerst den Drehzahlregler und anschließend den Lageregler weiter zu optimieren.

1.) Drehzahlregler optimieren:

Führen Sie z. B. mit dem Regler-Tuning-Assistenten Drehzahlsprünge zwischen 1/3 und 2/3 der Maximaldrehzahl durch und erhöhen Sie dabei die Reglerversärkung POR schrittweise, bis der Regler instabil wird. Danach muss die Reglerverstärkung wieder verringert werden, bis eine sichere Stabilität gegeben ist. Unter Umständen kann es notwendig sein den Integralanteil I entsprechend zu optimieren.

2.) Lageregler optimieren:

Geben Sie z. B. mit dem Regler-Tuning-Assistenten der Anwendung entsprechende Bewegungsprofile vor. Sollte das System mit diesen Einstellungen nicht stabil funktionieren, kann Stabilität durch verringern des I-Anteils des Drehzahlreglers oder verringern des P-Anteils des Lagereglers erreicht werden. Erhöhen Sie anschließend den P-Anteil des Lagereglers schrittweise, bis an die Stabilitätsgrenze des Systems. Danach kann die Stabilität entweder durch Erhöhung des D-Anteils des Lagereglers oder durch Verringern des I-Anteils des Drehzahlreglers wieder hergestellt werden.

5 Inbetriebnahme

Wegweiser

Knotennummer und Baudrate Seite 73
Grundeinstellungen Seite 75
Konfiguration mit dem Motion Manager Seite 76
Datensatzverwaltung Seite 83
Diagnose Seite 83

Zur Inbetriebnahme ist die Antriebseinheit über einen CAN-Adapter an einen PC oder eine übergeordnete Steuerung mit CAN-Schnittstelle anzuschließen, um die Grundeinstellungen vornehmen zu können.

HINWEIS

Der Anschluss der CAN-Schnittstelle ist im Gerätehandbuch beschrieben. Für den Kommunikationsaufbau ist darauf zu achten, dass bei allen Teilnehmern die gleiche Übertragungsrate eingestellt ist (siehe Kapitel 2.2 "Knotennummer und Baudrate einstellen") und die Abschlusswiderstände verbaut sind!

Der FAULHABER Motion Manager bietet eine komfortable Möglichkeit die Geräte-Konfiguration über grafische Dialoge vorzunehmen.

Die Konfiguration kann aber auch über eigene Programmierung oder andere CANopen-Konfigurations-Tools vorgenommen werden.

5.1 Knotennummer und Baudrate

Die Einstellung von Knotenadresse und Übertragungsrate erfolgt über das Netzwerk gemäß dem LSS-Protokoll nach CiA DSP305 (Layer Setting Services and Protocol).

Zur Einstellung wird daher ein Konfigurationstool benötigt, welches das LSS-Protokoll unterstützt, wie z. B. der FAULHABER Motion Manager.

Das Konfigurationstool ist dabei der LSS-Master, die Antriebe fungieren als LSS-Slaves.

Die Konfiguration von LSS-Slaves kann auf zwei Arten durchgeführt werden:

1. „Switch Mode Global“ schaltet alle angeschlossenen LSS-Slaves in den Konfigurationsmodus. Zur Einstellung von Baudrate und Node-ID darf allerdings nur ein LSS-Slave angeschlossen sein.
2. „Switch Mode Selective“ schaltet genau einen LSS-Slave im Netzwerk in den Konfigurationsmodus. Dazu muss Vendor-ID, Productcode, Revision-Number und Serien-Nummer des anzusprechenden Knotens bekannt sein.

5 Inbetriebnahme

5.1 Knotennummer und Baudrate

Folgende Übertragungsarten (Bit Timing Parameters) können eingestellt werden:

Baudrate	Index
1 000 kBit/s	0
800 kBit/s	1
500 kBit/s	2
250 kBit/s	3
125 kBit/s	4
50 kBit/s	6
20 kBit/s	7
10 kBit/s	8

Zusätzlich kann über den Index 0xFF eine automatische Baudratenerkennung aktiviert werden.

Folgende Knotennummern können eingestellt werden:

1 … 127.

Die Node-ID 255 (0xFF) kennzeichnet den Knoten als nicht konfiguriert, was bewirkt, dass nach dem Einschalten der Knoten im LSS-Init-Status verweilt, bis er eine gültige Knotennummer übermittelt bekommt. Erst dann wird die NMT-Initialisierung fortgesetzt.

HINWEIS

Beim Übergang von Node-ID 255 (unkonfiguriert) auf eine gültige Knotennummer werden alle Kommunikationseinstellungen auf ihre Default-Werte gesetzt. Die COB IDs der PDOs und des EMCY-Objekts sind anschließend wieder gemäß dem Predefined Connection Set eingestellt (siehe Kapitel 3.6 "NMT (Netzwerkmanagement)").

Das LSS-Protokoll unterstützt auch das Auslesen der LSS-Adressen, bestehend aus Vendor-ID, Productcode, Revision-Number und Serien-Nummer von angeschlossenen Einheiten, sowie das Auslesen der eingestellten Node-ID.

Für die LSS-Kommunikation werden die Identifier 0x7E5 (vom Master) und 0x7E4 (vom Slave) verwendet, auf denen das Protokoll abgearbeitet wird.

Nach der Konfiguration werden die eingestellten Parameter im Flash-Speicher gesichert, damit sie nach dem Aus- und Einschalten wieder verfügbar sind.

Für die Aktivierung des „Switch Mode Selective" benutzen die FAULHABER Controller nur Vendor-ID, Productcode und Serien-Nummer. Für Revision-Number kann immer 0.0 übergeben werden, da dieser Wert im Protokoll ignoriert wird.

Vendor-ID: 327

Productcode: 3150

Für eine detaillierte Beschreibung des LSS-Protokolls wird auf das CiA-Dokument DSP 305 verwiesen.

Bei aktivierter automatischer Baudratenerkennung kann der Antrieb in ein Netzwerk mit beliebiger Übertragungsrate gemäß obiger Tabelle eingesetzt werden und nach spätestens 3 Telegrammen auf der Busleitung ist die Baudrate des Netzwerks detektiert und der Antrieb hat sich darauf eingestellt. Beachtet werden muss dabei, dass die ersten Telegramme nicht verarbeitet werden können und dass das Hochfahren etwas länger dauert.

5 Inbetriebnahme

5.2 Grundeinstellungen

Bei den externen Motion Controllern müssen bei der ersten Inbetriebnahme einige Grundeinstellungen vorgenommen werden, um den Controller an den angeschlossenen Motor anzupassen.

Bei integrierten Antriebseinheiten sind diese Grundeinstellungen schon werksseitig vorgenommen, somit ist nur noch die Anpassung an die jeweilige Anwendung notwendig.

VORSICHT! ***Zerstörungsgefahr!***

Bei Nichtbeachtung dieser Grundeinstellungen kann es zur Zerstörung von Komponenten kommen!

► *Die nachfolgend beschriebenen Grundeinstellungen sind zu beachten*

Folgende Grundeinstellungen sind bei externen Motion Controllern vorzunehmen:

- Motortyp bzw. Motordaten des angeschlossenen Motors
- Auflösung eines externen Encoders, falls verwendet
- Strombegrenzungswerte, angepasst an Motortyp und Anwendung
- Reglerparameter, angepasst an Motortyp und Anwendung

Zusätzlich kann mit Hilfe des FAULHABER Motion Managers bei BL-Motoren noch ein Abgleich der Hallsensorsignale für einen ruckelfreien Anlauf und eine Optimierung des Phasenwinkels für besten Wirkungsgrad vorgenommen werden.

Bei allen Motion Controllern (integriert und extern) muss die Konfiguration noch an die jeweilige Anwendung angepasst werden. Insbesondere sind folgende Grundeinstellungen wichtig:

- Betriebsart
- Strombegrenzungswerte
- Reglerparameter
- Funktion der digitalen Ein-/Ausgänge

Warnung! ***Zerstörungsgefahr***

Bei Verwendung des Fault-Pins als Eingang muss zuerst die gewünschte Funktion programmiert werden, bevor von außen Spannung angelegt wird!

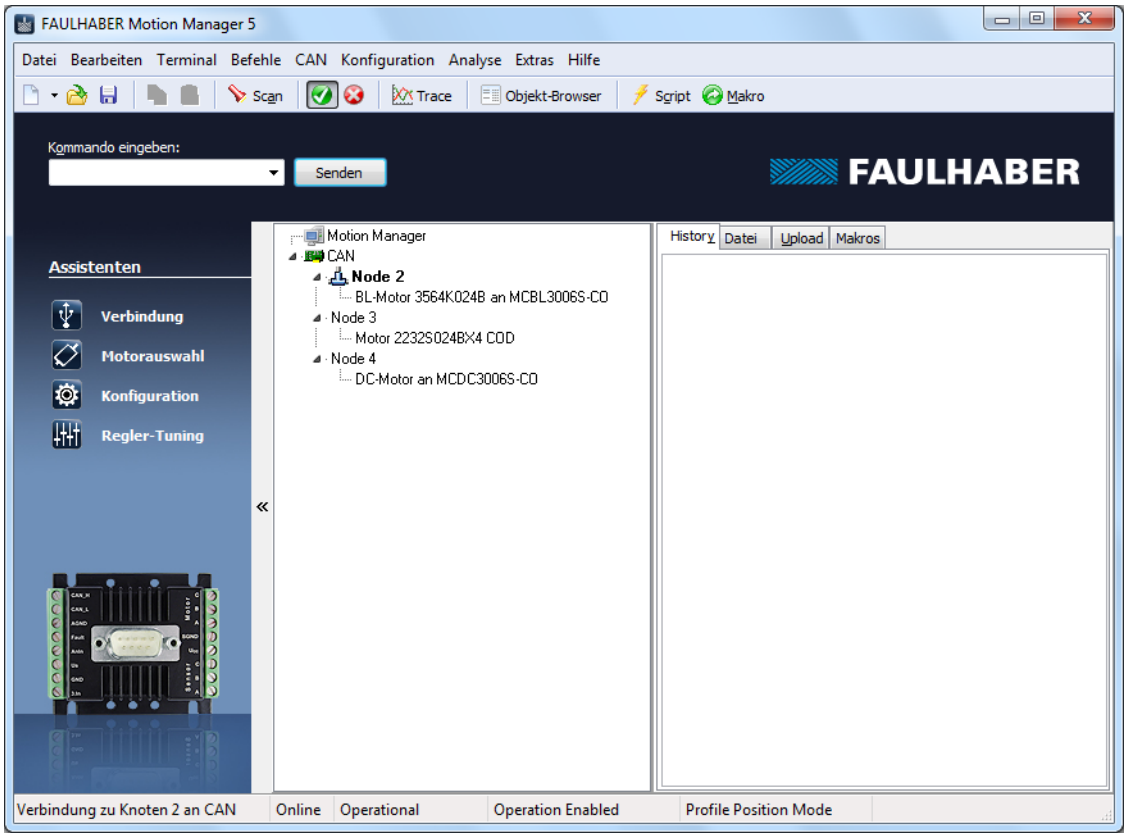
Im nachfolgenden Kapitel wird die Konfiguration dieser Parameter mit Hilfe des FAULHABER Motion Managers näher erläutert.

5 Inbetriebnahme

5.3 Konfiguration mit dem Motion Manager

Die PC-Software „FAULHABER Motion Manager“ bietet eine einfache Möglichkeit die Antriebseinheit zu konfigurieren und erste Tests und Optimierungen durchzuführen.

Die Software ist für Microsoft Windows verfügbar und kann kostenlos von der FAULHABER Internet-Seite unter www.faulhaber.com heruntergeladen werden.



Motion Control Systeme mit am Motor angebauter Elektronik sind bereits werksseitig vorparametriert.

Motion Controller mit extern angeschlossenem Motor müssen vor der Inbetriebnahme mit für den Motor geeigneten Werten für die Strombegrenzung und geeigneten Reglerparametern versehen werden.

Zur Auswahl des Motors und der dafür geeigneten Grundparameter steht der Motorauswahl Assistent zur Verfügung.

Weitere Einstellungen z. B. zur Funktion des Fault Pins können unter dem Menüpunkt „Konfiguration – Antriebsfunktionen“ über einen komfortablen Dialog vorgenommen werden (siehe Kapitel 5.3.3 „Antriebskonfiguration“). Der Konfigurationsdialog steht auch als Direktzugriff in der Assistentenleiste des Montion Managers zur Verfügung.

Zusätzlich steht ein Tuningassistent zur Verfügung mit dem die Reglerparameter des Drehzahl- und des Positionsreglers an die Anwendung angepasst werden können.

5 Inbetriebnahme

5.3 Konfiguration mit dem Motion Manager

5.3.1 Einstellung der Verbindung

Falls nach dem Start des Motion Managers kein Antriebsknoten gefunden wurde, erscheint ein Verbindungsassistent. Im ersten Schritt ist dort die Produktgruppe „Motion Controller mit CAN-Schnittstelle“ zu selektieren. Der Verbindungsassistent lässt sich auch jederzeit über die Assistentenleiste starten.

Verbindungsassistent (Schritt 1: Auswahl der Steuerung)

Assistent zum Einrichten der Verbindung
FAULHABER
Schritt 1: Auswahl der Steuerung
Welche Art von Steuerung wollen Sie mit dem Motion Manager betreiben?
Motion Controller mit CAN-Schnittstelle
Motion Controller mit RS232-Schnittstelle
Motion Controller mit CAN-Schnittstelle
Speed Controller
Assistenten nicht mehr automatisch anzeigen
< Zurück
Weiter >
Abbrechen

Im zweiten Schritt muss dann das verwendete CAN-Interface und ggf. die Baudrate eingestellt werden. Informationen zu den unterstützten CAN-Interfaces finden sich in der Bedienungsanleitung des Motion Manager bzw. können bei FAULHABER angefragt werden.

Das durch den Treiber gefundene Interface muss dann noch explizit einmalig übernommen werden.

Verbindungsassistent (Schritt2: Auswahl der Schnittstelle)

Assistent zum Einrichten der Verbindung
FAULHABER
Schritt 2: Auswahl der Schnittstelle
Welches CAN-Interface mit welcher Treiberversion ist auf Ihrem PC installiert?
IXXAT - VCI3
Um mit CAN-Geräten kommunizieren zu können, muss zuerst die Übertragungsrate und die Knoten-Nr. der angeschlossenen Geräte eingestellt werden:
Angeschlossene Geräte sind bereits mit einer eindeutigen Knoten-Nr. konfiguriert und arbeiten mit der Übertragungsrate
250
kBit/s oder AutoBaud
Angeschlossene Geräte müssen noch konfiguriert werden
CANopen
< Zurück
Weiter >
Abbrechen

Geräte die bereits auf eine Baudrate eingestellt sind, werden danach vom Motion Manager gefunden und im Node-Explorer angezeigt.

Noch nicht konfigurierte Geräten kann über einen weiteren Schritt eine Knotennummer und Baudrate zugewiesen werden.

5 Inbetriebnahme

5.3 Konfiguration mit dem Motion Manager

5.3.2 Motorauswahl

Externe Motion Controller müssen an den angeschlossenen Motor angepasst werden. Hierfür steht der Motorassistent zur Verfügung, der über die Assistententenleiste des Motion Managers aufgerufen werden kann.

Nach Auswahl des verwendeten FAULHABER-Motors aus einer Liste und Einstellung des verwendeten Sensortyps sowie der Eingabe eines Trägheitsfaktors für die zu betreibende Last, werden neben den Motor- und Strombegrenzungswerten auch passende Reglerparameter ermittelt und zum Antrieb übertragen.

Siehe Motion Manager Bedienungsanleitung für die Benutzung des Motorassistenten.

5.3.3 Antriebskonfiguration

Vom Motorassistenten wurden bereits sinnvolle Defaulteinstellungen für die ausgewählte Motor-/Sensorkombination eingestellt.

Für die weitere Antriebskonfiguration und die Anpassung an die gewünschte Anwendung steht ein Konfigurationsdialog mit mehreren Seiten in der Assistentenleiste des Motion Managers oder unter dem Menüpunkt „Konfiguration – Antriebsfunktionen…“ zur Verfügung.

Die Einstellungen der Registerseiten werden erst an den Antrieb übertragen wenn der Button „Senden“ betätigt wird. Dabei wird auch der aktuelle Zustand vom Antrieb zurück gelesen und der Dialog dementsprechend aktualisiert. Ungültige Kombinationen von Einstellungen werden dabei korrigiert, da sie vom Antrieb nicht akzeptiert werden.

Dauerhaft im Antrieb gespeichert werden die Einstellungen über den Button „SAVE“.

HINWEIS

Zusätzlich können Einstellungen über den CANopen-Objekt-Browser vorgenommen werden (Menü „CAN – CANopen Objektverzeichnis – CANopen Objekt-Browser…“), der das gesamte Objektverzeichnis darstellt. Über den PDO-Mapping-Dialog kann die Aufteilung der PDO-Daten an die gewünschte Anwendung angepasst werden.

Grundeinstellungen

Im Reiter Grundeinstellungen sind im Rahmen der Inbetriebnahme folgende Einstellungen vorzunehmen:

- DSP402-Betriebsart
- Positionierbereichsgrenzen
- Drehzahl-Bereichsgrenze
- Geber-Einstellungen
- Kommutierungseinstellungen für BL-Motoren

DSP402-Betriebsarten

Es kann zwischen den Betriebsarten Profile Position Mode (Lageregelung), Profile Velocity Mode (Drehzahlregelung) und Homing Mode (Referenzfahrt) gewechselt werden.

Positionierbereichsgrenzen

In verschiedenen Betriebsarten kann der Bewegungsbereich überwacht und begrenzt werden. Die Grenzen dieses Bewegungsbereichs können hier in der Einheit der Istposition angegeben werden. Über das Objekt 0x2338.02 der General Settings können die Bereichsgrenzen auch für den Profile Velocity Mode aktiviert werden. Per Default ist die Überwachung nur im Profile Position Mode und in den Homing Modi aktiv.

5 Inbetriebnahme

5.3 Konfiguration mit dem Motion Manager

Gebertyp und Optimierung

Falls ein an den Motor angebauter Inkrementalencoder ausgewertet werden soll, muss dessen effektive Auflösung bei 4-Flankenauswertung angegeben werden. Bei Verwendung des internen Encoders sind keine weiteren Eingaben notwendig.

Zur Anpassung von Hallsensorsignalen und Phasenwinkel auf den angeschlossenen Motor steht für extern angeschlossene BL-Motoren mit analogen Hallsensoren eine Schaltfläche zur Verfügung, über die der Optimierungs-Assistent gestartet werden kann.

HINWEIS

Stellen Sie sicher, dass der Motor frei drehen kann bevor Sie die Geberoptimierung starten.

Kommutierungseinstellung für BL-Motoren

Per Default verwendet der Motion Controller bei BL-Motoren eine reine Sinuskommutierung. Der Motor wird dadurch mit möglichst geringen Verlusten und geräuscharm betrieben.

Alternativ kann bei höheren Drehzahlen über das Objekt 0x2338.01 der General Settings auch eine der Blockkommutierung ähnliche Übersteuerung der Ausgangssignale zugelassen werden. Der gesamte Drehzahlbereich des Antriebs kann dadurch genutzt werden.

HINWEIS

Beim Wechsel zwischen der reinen Sinuskommutierung und dem Betrieb mit Blockkommutierung im oberen Drehzahlbereich wird die Reglerverstärkung ebenfalls entsprechend erhöht.

Factor Group

Im Reiter „Factor Group“ können Umrechnungsfaktoren von internen auf benutzerdefinierte Positionswerte angegeben werden.

Umrechnungsfaktoren für Positionswerte

Die meisten Positionsangeben werden in Benutzereinheiten vorgegeben und angezeigt. Zur Umrechnung von internen Einheiten in Benutzereinheiten stehen die Objekte der Factor Group zur Verfügung. Hier können Faktoren für eine gegebene Getriebeuntersetzung und für einen Vorschubwert angegeben werden. Abhängig von der jeweiligen Geberauflösung wird daraus der Umrechnungsfaktor für Positionswerte bestimmt.

Reglereinstellungen

In den Reitern „Drehzahlregler“ und „Positionsregler“ des Antriebskonfigurationsdialogs können Änderungen an den standardmäßig eingestellten Regler- und Strombegrenzungsparametern vorgenommen werden.

Zusätzlich steht unter dem Menüpunkt „Konfiguration – Reglerparameter…“ noch ein weiterer Dialog zur Verfügung in dem die Parameter online verändert werden können und das Ergebnis direkt beobachtet bzw. über die Trace-Funktion im Motion Manager aufgezeichnet werden kann.

5 Inbetriebnahme

5.3 Konfiguration mit dem Motion Manager

Stromregler

Über den Parameter Continuous Current kann der thermisch zulässige Dauerstrom für die Anwendung angegeben werden.

Motoren und auch der Motion Controller sind in gewissen Grenzen überlastbar. Für dynamische Vorgänge können daher auch höhere Ströme zugelassen werden. Der maximale Spitzenstromwert wird über den Peak Current Parameter angegeben.

Abhängig von der Belastung des Antriebs begrenzt die interne Stromüberwachung den Ausgangsstrom auf den Spitzenstrom (Peak Current) oder den zulässigen Dauerstrom (Continuous Current).

HINWEIS

Zerstörungsgefahr!

Der Dauerstromwert sollte keinesfalls über dem thermisch zulässigen Dauerstrom des Motors entsprechend dessen Datenblatt angegeben werden.

Der Spitzenstromwert darf keinesfalls über dem maximalen Spitzenausgangsstrom der vorhandenen Elektronik angegeben werden.

Der Stromregler des Motion Controllers arbeitet als Strombegrenzungsregler und hat damit im unbegrenzten Fall keine Auswirkung auf die Dynamik der Drehzahlregelung. Über den Parameter CI kann die Geschwindigkeit der Begrenzung eingestellt werden. Bei Verwendung der Defaultwerte für Ihren Motor wird der Strom nach etwa 5 ms auf den zulässigen Wert begrenzt.

Wurde über den Motorassistenten ein FAULHABER Motor gewählt, sind hier bereits Parameter eingetragen mit denen der Motor sicher betrieben werden kann.

Weitere Angaben finden Sie im Kapitel 4.9.3 "Stromregler und I²t-Strombegrenzung".

Drehzahlregler

Der Drehzahlregler ist als PI Regler ausgeführt. Eingestellt werden kann die Abtastzeit (Sampling Rate) in vielfachen der Grundabtastrate des Antriebs, die Proportionalverstärkung POR und der Integralanteil I.

Wurde über den Motorassistenten ein FAULHABER Motor gewählt, sind hier bereits Parameter eingetragen mit denen der Motor sicher betrieben werden kann.

Bei zusätzlichen Lasten am Motor, muss die Trägheit der Last durch einen höheren Proportionalanteil und ggf. durch eine langsamere Abtastung kompensiert werden, der Integralanteil kann in den meisten Anwendungen unverändert bleiben.

Weitergehende Hinweise zur Einstellung finden Sie in Kapitel 4.9.7 "Einstellung der Reglerparameter für Drehzahl- und Positionsregler".

Rampengenerator

Der Rampengenerator begrenzt die Drehzahländerung am Eingang des Drehzahlreglers über die Parameter Profile Acceleration und Profile Deceleration und die maximale Vorgabegeschwindigkeit Profile Velocity.

Die Parameter Profile Acceleration und Profile Velocity sind entsprechend der Anwendung frei wählbar, über den Parameter Profile Deceleration wird das Bremsverhalten im Positionierbetrieb festgelegt. Für große Lasten muss die Bremsrampe über den Parameter Profile Deceleration begrenzt werden um ein überschwingungsfreies Einlaufen in die Zielposition zu erreichen.

Weitergehende Hinweise zur Einstellung finden Sie im Kapitel 4.9.1 "Rampengenerator".

Lageregler

Der Lageregler ist als Proportionalregler ausgeführt. Nur innerhalb des Zielkorridors wirkt zusätzlich noch ein D-Anteil.

Der Proportionalanteil errechnet aus der Lageabweichung in Inkrementen die maximale Vorgabedrehzahl für den unterlagerten Drehzahlregler. Über den Rampengenerator werden die Beschleunigung und die Maximaldrehzahl zusätzlich begrenzt.

Überschwingungsfreies Einlaufen in die Zielposition kann bevorzugt über eine Anpassung der Bremsrampe an die Last erreicht werden. Für gut gedämpftes Einschwingen in der Endlage muss der Parameter PP proportional zur Lastträgheit reduziert werden.

Weitergehende Hinweise zur Einstellung finden Sie in Kapitel 4.9.7 "Einstellung der Reglerparameter für Drehzahl- und Positionsregler".

Zielkorridor

Die Parameter Position Window und Position Window Time definieren einen Bereich um die Zielposition und eine Verweilzeit in diesem Bereich, bis das Bit „Target Reached“ im Statusword gesetzt wird. Wenn für das PDO, das das Statusword enthält, der Transmission Type auf 255 gesetzt ist (Defaulteinstellung), wird die Zielposition über ein asynchron abgesetztes PDO signalisiert. Innerhalb dieses Korridors ist der D-Anteil des Lagereglers aktiv und der Rampengenerator inaktiv.

Fehlerbehandlung

Im Reiter „Fehlerbehandlung“ des Antriebskonfigurationsdialogs kann eingestellt werden, wie der Motion Controller auf bestimmte Fehlerereignisse reagieren soll.

Grundsätzlich können Fehler über ein Emergency-Telegramm und über den Fehlerausgang signalisiert werden. Es kann auch eingestellt werden, dass der Antrieb bei bestimmten Fehlern in den DSP402-Fehlerzustand gehen soll.

Der Parameter Error Delay gibt an wie lange ein Überstrom-, Überspannungs- oder Drehzahlabweichungsfehler anstehen muss, bis er gemeldet wird.

Maximal zulässige Drehzahlabweichung

Im Error Handling Objekt kann über den Parameter Deviation eine maximal zulässige Drehzahlabweichung für den Drehzahlregler vorgegeben werden. Wird diese Schranke länger überschritten als mit dem Parameter Error Delay eingestellt, wird ein Fehler über den Fault Pin oder über eine CANopen Emergency Message signalisiert, je nach Einstellung im Objekt Error Mask.

Ein-/Ausgänge und Homing

Im Reiter „Ein-/Ausgänge und Homing“ des Antriebskonfigurationsdialogs können die Funktion der digitalen Ein- und Ausgänge festgelegt und Einstellungen für eine Referenzfahrt definiert werden.

Eingangspegel und Flanke

Die Schaltschwellen der digitalen Eingänge sind entweder direkt 5V-TTL-kompatibel oder an die Schaltpegel von 24V SPS-Ausgängen angepasst. Die Einstellung erfolgt über den Parameter Input Threshold Level.

Genaue Angaben zu den Schwellen finden sich im Datenblatt des Antriebs.

5 Inbetriebnahme

5.3 Konfiguration mit dem Motion Manager

Funktion des Fault-Pins

Der Fault-Pin kann sowohl als Eingang als auch als Ausgang verwendet werden. Die Auswahl der gewünschten Funktion kann über die Radiobuttons „Fault-Pin Function“ vorgenommen werden.

HINWEIS

Schließen Sie keine 24 V an den Fault-Pin an, wenn der Fault-Pin als Digitalausgang (ERROUT / DIGOUT) konfiguriert ist!

Für die Defaultfunktion als Fehlerausgang kann über den Parameter Error Delay im Reiter „Fehlerbehandlung“ eine Verzögerungszeit angegeben werden um die Reaktion z. B. auf einzelne kurze Überstromimpulse zu unterdrücken.

In der Funktion „Position Output“ zeigt der Ausgang das Erreichen der Zielposition als Digitalsignal an (low entspricht Zielposition ist erreicht).

In der Funktion „Digital Output“ kann der Ausgang von einer übergeordneten Steuerung über den Parameter Digital Output Status (Objekt 0x2315.03) gesetzt und gelöscht werden.

In der Funktion „Reference Input“ kann der Fault-Pin als Referenzeingang zum Anschluß eines Homing- oder Referenzschalters verwendet werden

Funktion der digitalen Eingänge

Über die angezeigte Eingangsmatrix kann die Verwendung der verfügbaren Digitaleingänge eingestellt werden:

- Endschalter sind Begrenzungsschalter, die bei Aktivierung die jeweilige Bewegungsrichtung blockieren. Über das Polarity-Bit kann eingestellt werden, ob die positive oder negative Flanke für die Aktivierung gültig sein soll.
- Homing-Schalter sind Referenzschalter zum Abnullen der Position mit bestimmten Homing-Methoden. Die Polarität ist hier durch die ausgewählte Homing-Methode vorgegeben.
- Endschalter können ebenfalls wie Homing-Schalter zum Abnullen der Position mit bestimmten Homing-Methoden verwendet werden. Die Polarität ist auch hier durch die ausgewählte Homing-Methode vorgegeben. Soll aber dennoch, abweichend zu DSP402, die Polarität geändert werden, kann dies über das Polarity-Bit eingestellt werden, sofern zusätzlich die Funktion „Polarity für Homing Mode Endschalter verwenden" aktiviert ist.

5 Inbetriebnahme

5.4 Datensatzverwaltung

Parameter sichern

Die Einstellungen eines Antriebs können als Backup oder für die Konfiguration weiterer Antriebe als Datei abgespeichert werden.

Der Motion Manager bietet die Möglichkeit die aktuelle Antriebskonfiguration über den CANopen Objekt-Browser auszulesen und als XDC-Datei (XML Device Configuration File) zu speichern.

Parameter an den Antrieb übertragen

Im Motion Manager können zuvor gespeicherte XDC-Dateien im CANopen Objekt-Browser geöffnet, bei Bedarf editiert und zum Antrieb übertragen werden.

HINWEIS

Führen Sie das Kommando SAVE aus, um einen übertragenen Parametersatz dauerhaft im Antrieb zu speichern.

5.5 Diagnose

5.5.1 Statusanzeige

Die Statusanzeige dient zur laufenden Kontrolle der wesentlichen Betriebszustände.

Es werden interne Zustände, Fehlerflags und der Zustand der digitalen Eingänge signalisiert. Zusätzlich wird hier die intern gemessene Gehäusetemperatur, das Statuswort und weitere Istwerte angezeigt.

Die Anzeige wird vom Motion Manager über eine zyklische Abfrage der Zustandsdaten aktualisiert.

Interne Zustände

Angezeigt werden teilautonome Zustände des Motion Controllers. Das sind die Fehlerflags, die Gehäusetemperatur und die Zustände der digitalen Eingänge.

Das Flag Strombegrenzung ist gesetzt, wenn der Maximalstrom durch die i^2t Überwachung auf den Dauerstrom gesetzt worden war.

Gerätezustand (DSP402)

Angezeigt werden die einzelnen Bits des DSP402 Statuswords sowie die aktuelle Istposition und Istdrehzahl.

5.5.2 Trace Funktion

Als weiteres Diagnose-Werkzeug stellt der Motion Manager eine Trace-Funktion zur Verfügung, über die interne Parameter grafisch aufgezeichnet werden können. Damit lässt sich das dynamische Verhalten des Antriebs überwachen, was z. B. für die Optimierung der Reglerparameter hilfreich ist.

6 Parameterbeschreibung

6.1 Kommunikationsobjekte nach CiA 301

Device Type

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x1000	0	Device type	Unsigned32	ro		0x00420192	Angabe des Gerätetyps

Enthält Informationen zum Gerätetyp, aufgeteilt in zwei 16-Bit-Felder:

Byte: MSB	LSB
Additional Information	Device Profile Number

Device Profile Number = 0x192 (402d)
Additional Information = 0x42 (Servo drive, type-specific PDO mapping)

Error Register

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x1001	0	Error register	Unsigned8	ro	ja		Fehlerregister

Das Error Register beinhaltet bitkodiert die zuletzt aufgetretenen Fehlerarten. Für die Beschreibung des Error Registers siehe Kapitel 3.4 "Emergency Object (Fehlermeldung)".

Pre-defined Error Field (Fehlerspeicher)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x1003	0	Number of errors	Unsigned8	rw			Anz. gespeicherter Fehler
	1	Standard error field	Unsigned32	ro			Letzter Fehler
	2	Standard error field	Unsigned32	ro			Vorletzter Fehler

Der Fehlerspeicher enthält die Kodierung der letzten aufgetretenen Fehler. Das standard error field ist dabei in zwei 16-Bit-Felder aufgeteilt:

Byte: MSB	LSB
Error Register	Error Code

Die Bedeutung der einzelnen Fehlercodes ist im Kapitel 3.4 "Emergency Object (Fehlermeldung)" beschrieben.

Durch Schreiben einer „0" auf Subindex 0 wird der Fehlerspeicher gelöscht.

COB ID SYNC

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x1005	0	COB ID SYNC	Unsigned32	rw		0x80	CAN-Objekt-Identifier des SYNC-Objects

Manufacturer Device Name

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x1008	0	Manufacturer device name	Vis-String	const			Gerätename

Verwenden Sie das Segmented SDO-Protocol um den Gerätenamen auszulesen, da dieser größer als 4 Byte sein kann.

6 Parameterbeschreibung

6.1 Kommunikationsobjekte nach CiA 301

Manufacturer Hardware Version

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x1009	0	Manufacturer hardware version	Vis-String	const		Hardware Version

Verwenden Sie das Segmented SDO-Protocol um die Hardware-Version auszulesen, da diese größer als 4 Byte sein kann.

Manufacturer Software Version

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x100A	0	Manufacturer software version	Vis-String	const		Software Version

Verwenden Sie das Segmented SDO-Protocol um die Software-Version auszulesen, da diese größer als 4 Byte sein kann.

Guard Time

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x100C	0	Guard time	Unsigned16	rw	0	Überwachungszeit für Life-Guarding

Angabe der Guard Time in Millisekunden, 0 schaltet die Überwachung aus.

Life Time Factor

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x100D	0	Life time factor	Unsigned8	rw	0	Zeitfaktor für Life-Guarding

Der Life Time Factor multipliziert mit der Guard Time ergibt die Life Time für das Node-Guarding Protocol (siehe Kapitel 3.6 "NMT (Netzwerkmanagement)"). 0 schaltet Life-Guarding aus.

Store Parameters

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x1010	0	Number of entries	Unsigned8	ro	3	Anzahl Objekteinträge
	1	Save all parameters	Unsigned32	rw	1	Speichert alle Parameter
	2	Save communication parameters	Unsigned32	rw	1	Nur Kommunikationsparameter abspeichern
	3	Save application parameters	Unsigned32	rw	1	Nur Anwendungsparameter abspeichern

Dieses Objekt speichert Konfigurationsparameter in den nichtflüchtigen Flash-Speicher. Ein Lesezugriff liefert Informationen über die Speichermöglichkeiten.

Der Speichervorgang wird durch Schreiben der Signatur „save" auf den entsprechenden Subindex eingeleitet:

Signature	MSB			LSB
ISO 8 859 („ASCII")	e	v	a	s
hex	65h	76h	61h	73h

VORSICHT!

Flash-Speicher

Der Flash-Speicher ist für 10 000 Schreibzyklen ausgelegt. Wird dieser Befehl mehr als 10 000 mal ausgeführt, kann die Funktion des Flash-Speichers nicht mehr gewährleistet werden.

► *Befehl nicht mehr als 10 000 mal ausführen.*

6 Parameterbeschreibung

6.1 Kommunikationsobjekte nach CiA 301

Restore Default Parameters

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x1011	0	Number of entries	Unsigned8	ro	6	Anzahl Objekteinträge
	1	Restore all factory parameters	Unsigned32	rw	1	Werkseinstellungen
	2	Restore factory communication parameters	Unsigned32	rw	1	
	3	Restore factory application parameters	Unsigned32	rw	1	
	4	Restore all saved parameters	Unsigned32	rw	1	Zuletzt gespeicherte Einstellungen
	5	Restore saved communication parameters	Unsigned32	rw	1	
	6	Restore saved application parameters	Unsigned32	rw	1	

Dieses Objekt lädt Default-Konfigurationsparameter (Auslieferungszustand oder letzter gespeicherter Zustand). Ein Lesezugriff liefert Informationen über die Restoremöglichkeiten. Der Restorevorgang wird durch Schreiben der Signatur „load" auf den entsprechenden Subindex eingeleitet:

Signature	MSB			LSB
ISO 8 859 („ASCII")	d	a	o	l
hex	64h	61h	6Fh	6Ch

Wenn die Default-Parameter endgültig gespeichert werden sollen, muss nach dem Restore ein Save-Befehl ausgeführt werden.

HINWEIS

Das Laden des Auslieferungszustands (Factory Configuration) kann nur bei ausgeschaltetem Antrieb (Switch On Disabled) durchgeführt werden!

COB ID Emergency Message

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x1014	0	COB ID EMCY	Unsigned32	rw	0x80 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifier des Emergency Objects

Consumer Heartbeat Time

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x1016	0	Number of entries	Unsigned8	ro	1	Anzahl Objekteinträge
	1	Consumer heartbeat time	Unsigned32	rw	0	Heartbeat Überwachungszeit

Der Wert der Consumer Heartbeat Time ist aufgeteilt in 3 Blöcke:

- Bit 0 … 15 enthalten die Consumer Heartbeat Zeit in Millisekunden
- Bit 16 … 23 enthalten die Knotennummer an die die Heartbeat-Nachricht geschickt werden soll (Master Node-ID)
- Bit 24 … 31 sind unbenutzt (reserviert).

Bei einem Wert von 0 ist die Consumer Heartbeat Funktion deaktiviert.

Producer Heartbeat Time

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x1017	0	Producer heartbeat time	Unsigned16	rw	0	Heartbeat Sende-Zeitintervall

Enthält das Producer Heartbeat Zeitintervall in Millisekunden. Bei einem Wert von 0 ist die Producer Heartbeat Funktion deaktiviert.

6 Parameterbeschreibung

6.1 Kommunikationsobjekte nach CiA 301

Identity Object

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x1018	0	Number of entries	Unsigned8	ro	4	Anzahl Objekteinträge
	1	Vendor ID	Unsigned32	ro	327	Herstellerkennnummer (FAULHABER: 327)
	2	Product code	Unsigned32	ro	3 150	Produktkennnummer
	3	Revision number	Unsigned32	ro		Versionsnummer
	4	Serial number	Unsigned32	ro		Seriennummer

Error Behaviour

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x1029	0	Number of entries	Unsigned8	ro	1	Anzahl Objekteinträge
	1	Communication error	Unsigned8	rw	0	Verhalten bei Kommunikationsfehlern 0 = Zustand Pre-operational 1 = Keine Zustandsänderung 2 = Zustand Stopped

Standardmäßig wechseln die FAULHABER Motion Controller bei schweren Kommunikationsfehlern in den NMT-Zustand „Pre-Operational". Ist ein anderes Verhalten gewünscht, kann dies über Subindex 1 dieses Objekts eingestellt werden.

Server SDO Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x1200	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	COB ID client to server (rx)	Unsigned32	ro	0x600 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifier der Server RxSDO
	2	COB ID server to client (tx)	Unsigned32	ro	0x580 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifier der Server TxSDO

Receive PDO1 Communication Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x1400	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	COB ID	Unsigned32	rw	0x200 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifier der Server RxPDO1
	2	Transmission type	Unsigned8	rw	255 (asynchr.)	PDO-Übertragungsart

Receive PDO2 Communication Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x1401	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	COB ID	Unsigned32	rw	0x300 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifier der Server RxPDO2
	2	Transmission type	Unsigned8	rw	255 (asynchr.)	PDO-Übertragungsart

Receive PDO3 Communication Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x1402	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	COB ID	Unsigned32	rw	0x400 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifier der Server RxPDO3
	2	Transmission type	Unsigned8	rw	255 (asynchr.)	PDO-Übertragungsart

Receive PDO4 Communication Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x1403	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	COB ID	Unsigned32	rw	0x500 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifier der Server RxPDO4
	2	Transmission type	Unsigned8	rw	255 (asynchr.)	PDO-Übertragungsart

6 Parameterbeschreibung

6.1 Kommunikationsobjekte nach CiA 301

Receive PDO1 Mapping Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x1600	0	Number of mapped objects	Unsigned8	rw	1	Anzahl gemappter Objekte
	1	PDO mapping entry 1	Unsigned32	rw	0x60400010	Verweis auf 16-Bit control-word (0x6040)
	2	PDO mapping entry 2	Unsigned32	rw	0	
	3	PDO mapping entry 3	Unsigned32	rw	0	
	4	PDO mapping entry 4	Unsigned32	rw	0	

Receive PDO2 Mapping Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x1601	0	Number of mapped objects	Unsigned8	rw	2	Anzahl gemappter Objekte
	1	PDO mapping entry 1	Unsigned32	rw	0x60400010	Verweis auf 16-Bit control-word (0x6040)
	2	PDO mapping entry 2	Unsigned32	rw	0x607A0020	Verweis auf 32-Bit target position (0x607A)
	3	PDO mapping entry 3	Unsigned32	rw	0	
	4	PDO mapping entry 4	Unsigned32	rw	0	

Receive PDO3 Mapping Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x1602	0	Number of mapped objects	Unsigned8	rw	2	Anzahl gemappter Objekte
	1	PDO mapping entry 1	Unsigned32	rw	0x60400010	Verweis auf 16-Bit control-word (0x6040)
	2	PDO mapping entry 2	Unsigned32	rw	0x60FF0020	Verweis auf 32-Bit target velocity (0x60FF)
	3	PDO mapping entry 3	Unsigned32	rw	0	
	4	PDO mapping entry 4	Unsigned32	rw	0	

Receive PDO4 Mapping Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x1603	0	Number of mapped objects	Unsigned8	rw	2	Anzahl gemappter Objekte
	1	PDO mapping entry 1	Unsigned32	rw	0x60400010	Verweis auf 16-Bit control-word (0x6040)
	2	PDO mapping entry 2	Unsigned32	rw	0x257A0020	Verweis auf 32-Bit target position internal value (0x257A)
	3	PDO mapping entry 3	Unsigned32	rw	0	
	4	PDO mapping entry 4	Unsigned32	rw	0	

Transmit PDO1 Communication Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x1800	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	COB ID	Unsigned32	rw	0x180 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifier der TxPDO1
	2	Transmission type	Unsigned8	rw	255 (asynchr.)	PDO-Übertragungsart

Transmit PDO2 Communication Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x1801	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	COB ID	Unsigned32	rw	0x280 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifier der TxPDO2
	2	Transmission type	Unsigned8	rw	255 (asynchr.)	PDO-Übertragungsart

6 Parameterbeschreibung

6.1 Kommunikationsobjekte nach CiA 301

Transmit PDO3 Communication Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x1802	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	COB ID	Unsigned32	rw	0x380 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifier der TxPDO3
	2	Transmission type	Unsigned8	rw	255 (asynchr.)	PDO-Übertragungsart

Transmit PDO4 Communication Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x1803	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	COB ID	Unsigned32	rw	0x480 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifier der TxPDO4
	2	Transmission type	Unsigned8	rw	255 (asynchr.)	PDO-Übertragungsart

Transmit PDO1 Mapping Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x1A00	0	Number of mapped objects	Unsigned8	rw	1	Anzahl gemappter Objekte
	1	PDO mapping entry 1	Unsigned32	rw	0x60410010	Verweis auf 16-Bit statusword (0x6041)
	2	PDO mapping entry 2	Unsigned32	rw	0	
	3	PDO mapping entry 3	Unsigned32	rw	0	
	4	PDO mapping entry 4	Unsigned32	rw	0	

Transmit PDO2 Mapping Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x1A01	0	Number of mapped objects	Unsigned8	rw	2	Anzahl gemappter Objekte
	1	PDO mapping entry 1	Unsigned32	rw	0x60410010	Verweis auf 16-Bit status-word (0x6041)
	2	PDO mapping entry 2	Unsigned32	rw	0x60640020	Verweis auf 32-Bit position actual value (0x6064)
	3	PDO mapping entry 3	Unsigned32	rw	0	
	4	PDO mapping entry 4	Unsigned32	rw	0	

Transmit PDO3 Mapping Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x1A02	0	Number of mapped objects	Unsigned8	rw	2	Anzahl gemappter Objekte
	1	PDO mapping entry 1	Unsigned32	rw	0x60410010	Verweis auf 16-Bit status-word (0x6041)
	2	PDO mapping entry 2	Unsigned32	rw	0x606C0020	Verweis auf 32-Bit velocity actual value (0x606C)
	3	PDO mapping entry 3	Unsigned32	rw	0	
	4	PDO mapping entry 4	Unsigned32	rw	0	

Transmit PDO4 Mapping Parameter

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x1A03	0	Number of mapped objects	Unsigned8	rw	2	Anzahl gemappter Objekte
	1	PDO mapping entry 1	Unsigned32	rw	0x60640020	Verweis auf 32-Bit position actual value (0x6064)
	2	PDO mapping entry 2	Unsigned32	rw	0x606C0020	Verweis auf 32-Bit velocity actual value (0x606C)
	3	PDO mapping entry 3	Unsigned32	rw	0	
	4	PDO mapping entry 4	Unsigned32	rw	0	

6 Parameterbeschreibung

6.2 Herstellerspezifische Objekte

Digital Input Settings (0x2310)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x2310	0	Number of entries	Unsigned8	ro		6	Anzahl Objekteinträge
	1	Negative limit switch	Unsigned8	rw		0	Unterer Endschalter
	2	Positive limit switch	Unsigned8	rw		0	Oberer Endschalter
	3	Homing switch	Unsigned8	rw		0x07/0x1F *)	Homing-Schalter
	5	Switch polarity	Unsigned8	rw		0x07/0x1F *)	Polarität der Endschalter 1: Pos. Flanke gültig 0: Neg. Flanke gültig
	6	Polarity for homing limit	Unsigned8	rw		0	Polarität der Endschalter auch bei DSP402 Limit Switch Homing Methods verwenden

*) BL-Controller/MCDC

Einstellungen der digitalen Eingänge gemäß Bitmaske in Kapitel 4.7 "Ein-/Ausgänge".

Digital Input Status (0x2311)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x2311	0	Number of entries	Unsigned8	ro		2	Anzahl Objekteinträge
	1	Input status	Unsigned8	ro	ja		Zustand der digitalen Eingänge polarity bewertet
	2	Input level	Unsigned8	ro	ja		Zustand der digitalen Eingänge (angelegter Pegel)

Zustand der digitalen Eingänge gemäß Bitmaske in Kapitel 4.7 "Ein-/Ausgänge".

Analog Input Status (0x2313)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x2313	0	Number of entries	Unsigned8	ro		3/5 *)	Anzahl Objekteinträge
	1	Inp. 1 ADC value	Integer16	ro	ja		Spannung an Eingang 1 [mV] (AnIn)
	3	Inp. 3 ADC value	Integer16	ro	ja		Spannung an Eingang 3 [mV] (3rd In)
	4	Inp. 4 ADC value	Integer16	ro	ja		Spannung an Eingang 4 [mV] (nur MCDC)
	5	Inp. 5 ADC value	Integer16	ro	ja		Spannung an Eingang 5 [mV] (nur MCDC)

*) BL-Controller/MCDC

Spannungen an den analogen Eingängen in mV.

Analog Input Status Raw (0x2314)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x2314	0	Number of entries	Unsigned8	ro		8	Anzahl Objekteinträge
	1	Inp. 1 ADC value raw	Integer16	ro	ja		Digitalwert an Eingang 1
	2	Inp. 2 ADC value raw	Integer16	ro	ja		Digitalwert an Eingang 2
	3	Inp. 3 ADC value raw	Integer16	ro	ja		Digitalwert an Eingang 3
	4	Inp. 4 ADC value raw	Integer16	ro	ja		Digitalwert an Eingang 4
	5	Inp. 5 ADC value raw	Integer16	ro	ja		Digitalwert an Eingang 5
	6	Inp. 6 ADC value raw	Integer16	ro	ja		Digitalwert an Eingang 6
	7	Inp. 7 ADC value raw	Integer16	ro	ja		Digitalwert an Eingang 7
	8	Inp. 8 ADC value raw	Integer16	ro	ja		Digitalwert an Eingang 8

An den intern verwendeten analogen Eingängen eingelesene Rohwerte.

6 Parameterbeschreibung

6.2 Herstellerspezifische Objekte

Fault-Pin Settings (0x2315)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x2315	0	Number of entries	Unsigned8	ro		3	Anzahl Objekteinträge
	1	Fault-pin function	Unsigned8	rw		0	Funktion des Fault-Pins 0 = Error Output 2 = Digital Output 4 = Reference Input 5 = Position Output
	3	Digital output status	Unsigned8	rw/ ro *)	ja	*)	Zustand des Pins in der Funktion Digital Output ändern 0 = Clear Output 1 = Set Output 2 = Toggle Output

*) Abhängig von der Konfiguration des Motion Controllers

Einstellungen des Fault-Pins.

Input Threshold Level (0x2316)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x2316	0	Input threshold level	Unsigned8	rw		1	Schaltpegel 0 = 5V-TTL, 1 = 24V-PLC

Schaltpegel der digitalen Eingänge.

FAULHABER Fault Register (0x2320)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x2320	0	Fault register	Unsigned16	ro	ja		FAULHABER Fehlerregister

Error Mask (0x2321)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x2321	0	Number of entries	Unsigned8	ro		3	Anzahl Objekteinträge
	1	Emergency mask	Unsigned16	rw		0xFFFF	Fehler, die ein Emergency-Telegramm auslösen
	2	Fault mask	Unsigned16	rw		0	Fehler, die als DSP402-Fehler behandelt werden und die Statemachine beeinflussen (Fault-Zustand)
	3	Errout mask	Unsigned16	rw		0x00FF	Fehler, die den Fehlerausgang setzen

Für das FAULHABER Fehlerregister und die Error Mask gilt die in Kapitel 4.8 "Fehlerbehandlung" beschriebene Fehlerkodierung.

Error Handling (0x2322)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x2322	0	Number of entries	Unsigned8	ro		2	Anzahl Objekteinträge
	1	Error delay	Unsigned16	rw		200	Fehlerverzögerungszeit in 1/100 s **Wert = 0…65 000**
	2	Deviation	Unsigned16	rw		30 000	Zulässige Drehzahlabweichung in rpm **Wert = 0…30 000**

Zusätzliche Einstellungen für die Fehlerbehandlung.

6 Parameterbeschreibung

6.2 Herstellerspezifische Objekte

Device Status (0x2323)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x2323	0	Number of entries	Unsigned8	ro		4	Anzahl Objekteinträge
	1	Housing temperature	Unsigned16	ro	ja		Gehäusetemperatur
	2	Internal temperature	Unsigned16	ro	ja		Spulen- bzw. MOSFET-Temperatur
	3	Max. temperature limit	Unsigned16	ro			Obere Temperaturschwelle
	4	Min. temperature limit	Unsigned16	ro			Untere Temperaturschwelle

Ausgabe des aktuellen Gerätezustand, Temperaturangaben in °C.

Filter Settings (0x2330)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x2330	0	Number of entries	Unsigned8	ro		2	Anzahl Objekteinträge
	1	Sampling rate	Unsigned16	rw		1	Faktor der Abtastrate **Wert = 1…20**
	2	Gain scheduling	Unsigned16	rw		0	1 = Reduzierte Reglerverstärkung im Zielkorridor bei Positionierung

Regler-Grundeinstellung.

Velocity Control Parameter Set (0x2331)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x2331	0	Number of entries	Unsigned8	ro		2	Anzahl Objekteinträge
	1	Proportional term POR	Unsigned16	rw		*)	Proportionalverstärkung des Drehzahlreglers **Wert = 1…255**
	2	Integral term I	Unsigned16	rw		*)	Integralanteil des Drehzahlreglers **Wert = 1…255**

*) Abhängig von der Konfiguration des Motion Controllers

Parameter des Drehzahlreglers.

Position Control Parameter Set (0x2332)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x2332	0	Number of entries	Unsigned8	ro		2	Anzahl Objekteinträge
	1	Proportional term PP	Unsigned16	rw		*)	Proportionalverstärkung des Lagereglers **Wert = 1…255**
	2	Derivative term PD	Unsigned16	rw		*)	Differenzialanteil des Drehzahlreglers **Wert = 1…255**

*) Abhängig von der Konfiguration des Motion Controllers

Parameter des Lagereglers.

6 Parameterbeschreibung

6.2 Herstellerspezifische Objekte

Current Control Parameter Set (0x2333)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x2333	0	Number of entries	Unsigned8	ro		3	Anzahl Objekteinträge
	1	Continuous current limit	Unsigned16	rw	ja	*)	Dauerstrombegrenzung [mA] **Wert = 1 … 12 000**
	2	Peak current limit	Unsigned16	rw	ja	*)	Spitzenstrombegrenzung in [mA] **Wert = 1 … 12 000**
	3	Integral term CI	Unsigned16	rw	ja	*)	Integralanteil des Stromreglers **Wert = 1 … 255**

*) Abhängig von der Konfiguration des Motion Controllers

Strombegrenzungswerte und Parameter des Stromreglers.

Actual Current Limit (0x2334)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x2334	0	Actual current limit	Unsigned16	ro	ja		Aktuell verwendeter Strombegrenzungswert

General Settings (0x2338)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x2338	0	Number of entries	Unsigned8	ro		3	Anzahl Objekteinträge
	1	Pure sinus commutation	Unsigned16	rw		1	0 = Vollaussteuerung 1 = Begrenzung auf Sinusform (nicht MCDC)
	2	Activate position limits in velocity mode	Unsigned16	rw		0	1 = Eingestellte Positionierbereichsgrenzen auch im Drehzahlmodus verwenden
	3	Activate position limits in position mode	Unsigned16	rw		1	0 = Keine Bereichsgrenzen im Positioniermodus

Allgemeine Einstellungen zu Kommutierung und den Bereichsgrenzen.

Im Profile Position Mode sind die Bereichsgrenzen standardmäßig aktiviert. Falls in der Anwendung keine mechanischen Begrenzungen vorhanden sind, können die Limits auch deaktiviert werden, um unbegrenzte relative Positionierungen durchführen zu können. In diesem Fall wird bei Überschreitung der oberen bzw. unteren Grenze bei 0 weitergezählt.

Motor Data (0x2350)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x2350	0	Number of entries	Unsigned8	ro		5	Anzahl Objekteinträge
	1	Speed constant KN	Unsigned16	rw		*)	Drehzahlkonstante
	2	Terminal resistance RM	Unsigned16	rw		*)	Anschlusswiderstand
	3	Pole number	Unsigned16	rw		2/4*)	Polzahl bei BL-Motoren (nicht MCDC)
	5	Thermal time constant TW1	Unsigned16	rw		*)	Thermische Zeitkonstante 1

*) Abhängig von der Ausliefer-Konfiguration des Motion Controllers

Datenblattwerte des angeschlossenen Motors.

6 Parameterbeschreibung

6.2 Herstellerspezifische Objekte

Encoder Data (0x2351)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x2351	0	Number of entries	Unsigned8	ro		3	Anzahl Objekteinträge
	1	Sensor type	Unsigned8	rw		0	0 = Analog Hall (int. Encoder) 1 = Inkrementalencoder (ext.) 10 = Inkremental + Hall 104 = Absolutencoder AES-4096 (nicht MCDC)
	2	Resolution external encoder	Unsigned32	rw		2 048	4-Flanken-Auflösung eines extern angeschlossenen Inkrementalgebers
	3	Resolution internal encoder	Unsigned32	ro		3 000	Auflösung des internen Hallsensorgebers (nicht MCDC)

Einstellung des zu verwendenden Encoders.

Velocity Actual Value Unfiltered (0x2361)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x2361	0	Velocity actual value unfiltered	Integer16	ro			Istdrehzahl ungefiltert

Baudrate Set (0x2400)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x2400	0	Baudrate set	Unsigned8	ro		0xFF	Eingestellte Baudrate

Über dieses Objekt kann abgefragt werden, welche Baudrate eingestellt ist. Zurückgegeben wird der Index der eingestellten Baudrate oder 0xFF, wenn AutoBaud eingestellt ist.

Baudrate	Index
1 000 KBit	0
800 KBit	1
500 KBit	2
250 KBit	3

Baudrate	Index
125 KBit	4
50 KBit	6
20 KBit	7
10 KBit	8
AutoBaud	0xFF

Position Demand Internal Value (0x2562)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x2562	0	Position demand internal value	Integer32	ro	ja		Letzte Sollposition in internen Einheiten

Target Position Internal Value (0x257A)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x257A	0	Target position internal value	Integer32	rw	ja		Zielposition in internen Einheiten

6 Parameterbeschreibung

6.2 Herstellerspezifische Objekte

Position Range Limit Internal Value (0x257B)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x257B	0	Number of entries	Unsigned8	ro		2	Anzahl Objekteinträge
	1	Minimum position range limit	Integer32	ro	ja	**–1,8 · 10^6**	Interne untere Positionierbereichsgrenze in internen Einheiten
	2	Maximum position range limit	Integer32	ro	ja	**+1,8 · 10^6**	Interne obere Positionierbereichsgrenze in internen Einheiten

Software Position Limit Internal Value (0x257D)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x257D	0	Number of entries	Unsigned8	ro		2	Anzahl Objekteinträge
	1	Minimum position limit	Integer32	rw	ja	**–1,8 · 10^6**	Untere Positionierbereichsgrenze in internen Einheiten
	2	Maximum position limit	Integer32	rw	ja	**+1,8 · 10^6**	Obere Positionierbereichsgrenze in internen Einheiten

6 Parameterbeschreibung

6.3 Objekte des Antriebsprofils CiA 402

Controlword (0x6040)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x6040	0	Controlword	Unsigned16	rw	ja		Antriebssteuerung

Die Bits im Controlword sind im Kapitel 4.1 "Device Control" beschrieben.

Statusword (0x6041)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x6041	0	Statusword	Unsigned16	ro	ja		Statusanzeige

Die Bits im Statusword sind im Kapitel 4.1 "Device Control" beschrieben.

Modes of Operation (0x6060)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x6060	0	Modes of operation	Integer8	rw	ja	1	Umschalten der Betriebsart

FAULHABER Motion Control Systeme unterstützen folgende Betriebsarten:

1 CiA 402 Profile Position Mode (Positionsregelung)
3 CiA 402 Profile Velocity Mode (Drehzahlregelung)
6 CiA 402 Homing Mode (Referenzfahrt)

Modes of Operation Display (0x6061)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x6061	0	Modes of operation display	Integer8	ro	ja	1	Anzeige der eingestellten Betriebsart

Die eingestellte Betriebsart kann hier abgefragt werde, die Bedeutung der Rückgabewerte entspricht den Werten des Objektes 0x6060.

Position Demand Value (0x6062)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x6062	0	Position demand value	Integer32	ro	ja		Letzte Sollposition in Benutzereinheiten

Position Actual Value (0x6063)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x6063	0	Position actual value	Integer32	ro	ja		Istposition in internen Einheiten

6 Parameterbeschreibung

6.3 Objekte des Antriebsprofils CiA 402

Position Actual Value (0x6064)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x6064	0	Position actual value	Integer32	ro	ja		Istposition in Benutzereinheiten

Position Window (0x6067)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x6067	0	Position window	Unsigned32	rw	ja	20	Zielpositionsfenster in Benutzereinheiten

Position Window Time (0x6068)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x6068	0	Position window time	Unsigned16	rw	ja	200	Zeit im Zielpositionsfenster in ms

Velocity Demand Value (0x606B)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x606B	0	Velocity demand value	Integer32	ro	ja		Solldrehzahl in rpm

Velocity Actual Value (0x606C)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x606C	0	Velocity actual value	Integer32	ro	ja		Istdrehzahl in rpm

Velocity Window (0x606D)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x606D	0	Velocity window	Unsigned16	rw	ja	20	Enddrehzahlfenster in rpm

Velocity Window Time (0x606E)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x606E	0	Velocity window time	Unsigned16	rw	ja	200	Zeit im Enddrehzahlfenster in ms

6 Parameterbeschreibung

6.3 Objekte des Antriebsprofils CiA 402

Velocity Thresold (0x606F)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x606F	0	Velocity thresold	Unsigned16	rw	ja	20	Drehzahlschwellwert in rpm

Velocity Thresold Time (0x6070)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x6070	0	Velocity thresold time	Unsigned16	rw	ja	200	Zeit unter dem Drehzahl-schwellwert in ms

Current Actual Value (0x6078)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x6078	0	Current actual value	Integer16	ro	ja		Aktuelle Motor-Stromaufnah-me in mA

Target Positon (0x607A)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x607A	0	Target position	Integer32	rw	ja		Zielposition in Benutzerein-heiten

Position Range Limit (0x607B)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x607B	0	Number of entries	Unsigned8	ro		2	Anzahl Objekteinträge
	1	Min. position range limit	Integer32	ro		$-1{,}8 \cdot 10^9$	Interne untere Positionier-Bereichsgrenze in Benutzer-einheiten
	2	Max. position range limit	Integer32	ro		$+1{,}8 \cdot 10^9$	Interne obere Positionier-Bereichsgrenze in Benutzer-einheiten

Homing Offset (0x607C)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x607C	0	Homing offset	Integer32	rw	ja	0	Nullpunktverschiebung ge-genüber der Referenzposition in Benutzereinheiten

6 Parameterbeschreibung

6.3 Objekte des Antriebsprofils CiA 402

Software Position Limit (0x607D)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x607D	0	Number of entries	Unsigned8	ro		2	Anzahl Objekteinträge
	1	Min position limit	Integer32	rw	ja	**$-1.8 \cdot 10^9$**	Untere Positionier-Bereichsgrenze in Benutzereinheiten
	2	Max position limit	Integer32	rw	ja	**$+1.8 \cdot 10^9$**	Obere Positionier-Bereichsgrenze in Benutzereinheiten

In Benutzereinheiten einstellbare Bereichsgrenzen.

Polarity (0x607E)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x607E	0	Polarity	Unsigned8	rw	ja	0	Drehrichtung

Über dieses Objekt kann die Drehrichtung global geändert werden, d. h. Vorgabe- und Istwerte für Position bzw. Drehzahl werden mit –1 multipliziert:

Bit 7 = 1 ➔ negative Drehrichtung im Positionierbetrieb

Bit 6 = 1 ➔ negative Drehrichtung im Drehzahlbetrieb

Max Profile Velocity (0x607F)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x607F	0	Max profile velocity	Unsigned32	rw	ja	*)	Maximal erlaubte Drehzahl in rpm **Wert = 0 … 30 000**

*) Abhängig von der Ausliefer-Konfiguration des Motion Controllers

Profile Velocity (0x6081)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x6081	0	Profile velocity	Unsigned32	rw	ja	*)	Maximaldrehzahl in rpm **Wert = 0 … 30 000**

*) Abhängig von der Ausliefer-Konfiguration des Motion Controllers

Profile Acceleration (0x6083)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x6083	0	Profile acceleration	Unsigned32	rw	ja	30 000	Maximale Beschleunigung in 1/s² **Wert = 0 … 32 000**

6 Parameterbeschreibung

6.3 Objekte des Antriebsprofils CiA 402

Profile Deceleration (0x6084)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x6084	0	Profile deceleration	Unsigned32	rw	ja	30 000	Maximale Verzögerung in 1/s² **Wert = 0 … 32 000**

Quick Stop Decelaration (0x6085)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x6085	0	Quick stop deceleration	Unsigned32	rw	ja	30 000	Bremsrampenwert bei Quick Stop in 1/s² **Wert = 0 … 32 000**

Postion Encoder Resolution (0x608F)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x608F	0	Number of entries	Unsigned8	ro		2	Anzahl der Einträge
	1	Encoder increments	Unsigned32	ro		3 000/2 048 *)	Positionsauflösung des eingestellten Sensors
	2	Motor revolutions	Unsigned32	ro		1	Anzahl der Motorumdrehungen bei der in Subindex 1 genannten Impulszahl

*) BL-Controllers/MCDC

Der Wert der Encoderauflösung wird aus den Einstellungen in Objekt Encoder Data (0x2351) übernommen und kann hier nicht verändert werden.

Gear Ratio (0x6091)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x6091	0	Number of entries	Unsigned8	ro		2	Anzahl Objekteinträge
	1	Motor revolutions	Unsigned32	rw		1	Anzahl Motorumdrehungen
	2	Shaft revolutions	Unsigned32	rw		1	Anzahl Umdrehungen der Abtriebswelle

Feed Constant (0x6092)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x6092	0	Number of entries	Unsigned8	ro		2	Anzahl Objekteinträge
	1	Feed	Unsigned32	rw		3 000/2 048 *)	Vorschub in Benutzereinheiten
	2	Shaft revolutions	Unsigned32	rw		1	Anzahl Umdrehungen der Abtriebswelle

*) BL-Controllers/MCDC

Über die Faktoren Gear Ratio und Feed Constant kann eine Getriebeübersetzung und ein Vorschubwert zur Umrechnung in Benutzereinheiten angegeben werden (siehe Kapitel 4.2 "Factor Group"). Bei Auslieferung sind die Benutzereinheiten auf die Standard-Encoderauflösung eingestellt (3 000 bzw. 2 048 Inkremente pro Umdrehung).

6 Parameterbeschreibung

6.3 Objekte des Antriebsprofils CiA 402

Position Factor (0x6093)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x6093	0	Number of entries	Unsigned8	ro		2	Anzahl Objekteinträge
	1	Position factor numerator	Unsigned32	ro		1	Zähler des Positionsfaktors
	2	Position factor divisor	Unsigned32	ro		1	Nenner des Positionsfaktors

$$\text{interne Position} = \frac{\text{Position in Benutzereinheiten} \times \text{Positionsfaktor Zähler}}{\text{Positionsfaktor Nenner}}$$

Der Positionsfaktor wird berechnet aus Position Encoder Resolution (0x608F), Gear Ratio (0x6091) und Feed Constant (0x6092) und kann hier nicht verändert werden (siehe Kapitel 4.2 "Factor Group")

Homing Method (0x6098)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x6098	0	Homing method	Integer8	rw	ja	20	Homingverfahren entsprechend CiA 402

Homing Speed (0x6099)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x6099	0	Number of entries	Unsigned8	ro		2	Anzahl Objekteinträge
	1	Switch seek velocity	Unsigned32	rw	ja	400	Drehzahl bei Schaltersuche in rpm **Wert = 0 … 30 000**
	2	Homing velocity	Unsigned32	rw	ja	100	Drehzahl bei Nullpunktsuche in rpm **Wert = 0 … 30 000**

Homing Acceleration (0x609A)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x609A	0	Homing acceleration	Unsigned32	rw	ja	50	Beschleunigung bei der Referenzfahrt in 1/s² **Wert = 0 … 30 000**

Control Effort (0x60FA)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x60FA	0	Control effort	Unsigned32	ro	ja		Reglerausgang

6 Parameterbeschreibung

6.3 Objekte des Antriebsprofils CiA 402

Digital Inputs (0x60FD)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x60FD	0	Digital inputs	Unsigned32	ro	ja		Zustand digitaler Eingänge

Das Objekt Digital Inputs zeigt über folgende Bits an, welcher Schalter ein- bzw. ausgeschaltet ist:

- Bit 0: Negative Limit Switch
- Bit 1: Positive Limit Switch
- Bit 2: Homing Switch

Target Velocity (0x60FF)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x60FF	0	Target velocity	Integer32	rw	ja		Solldrehzahl in rpm **Wert = 0 … 30 000**

Supported Drive Modes (0x6502)

Index	Subindex	Name	Typ	Attr.	Map	Defaultwert	Bedeutung
0x6502	0	Supported drive modes	Unsigned32	ro	ja	0×25	Unterstützte Betriebsarten

Das Objekt Supported Drive Modes gibt die von den FAULHABER Motion Control Systems unterstützten Betriebsarten an:

- Bit 0: Profile Position Mode (pp)
- Bit 2: Profile Velocity Mode (pv)
- Bit 5: Homing Mode (hm)

Notizen

FAULHABER

MA00037 deutsch, 2. Auflage, 11.2013
© DR. FRITZ FAULHABER GMBH & CO. KG
Änderungen vorbehalten

DR. FRITZ FAULHABER GMBH & CO. KG
Antriebssysteme

Daimlerstraße 23/25
71101 Schönaich · Germany
Tel. +49(0)7031/638-0
Fax +49(0)7031/638-100
info@faulhaber.de
www.faulhaber.com